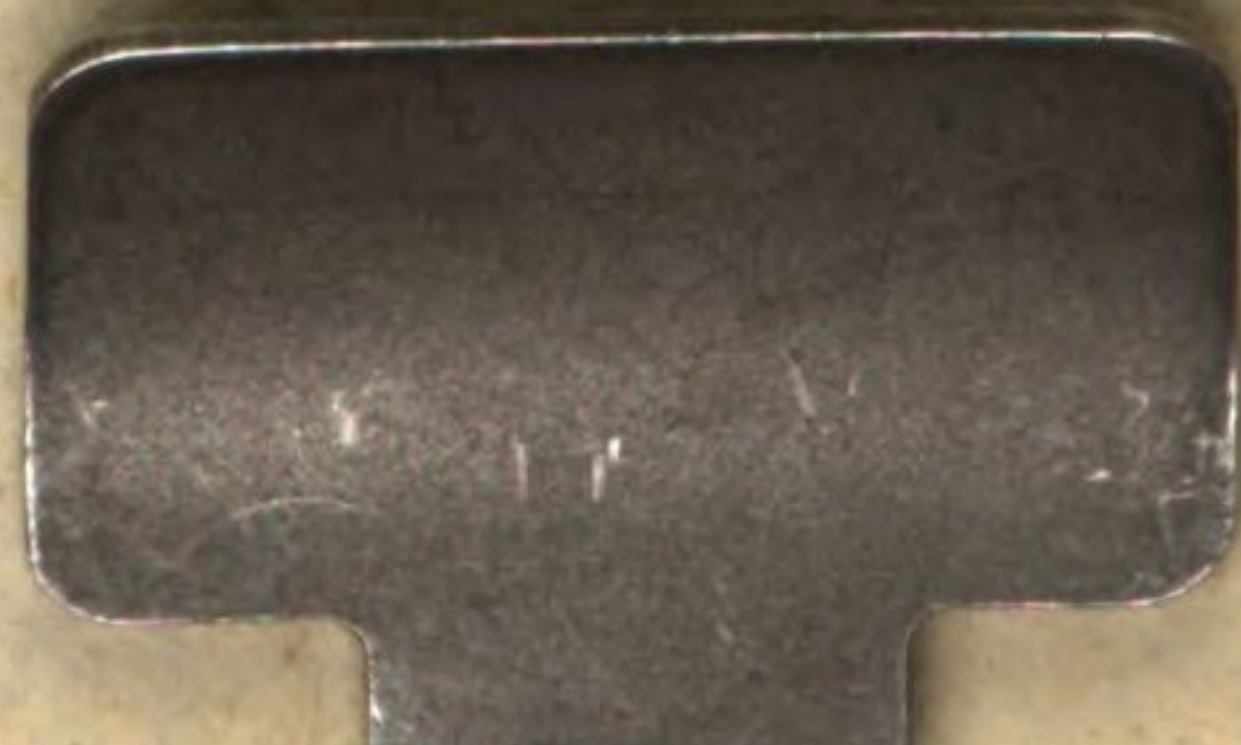
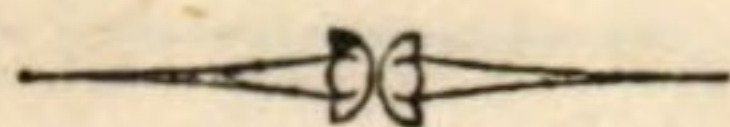


Lith. 2547⁹

Kotenati



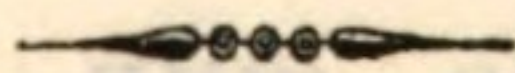
Elemente der Krystallographie.



Von

Friedrich A. Kolenati,

Med. Dr., k. k. o. ö. Professor der Mineralogie, Geognosie und Paläontologie, der spec. Botanik und Zoologie, Ritter des k. sächs. Albrechtsordens, des Verdienstkreuzes I. Kl. vom herz. braunschw. Heinrich-Löwen-Orden, Inhaber der k. würtemb. und grossh. weimar. gold. Civil-Verdienst-Medaille, Ehrenmitglied des naturh. Vereines Lotos, des zool. mineralog. Ver. zu Regensburg und der Sophien-Akademie zu Prag, wirkl. Mitglied der k. k. Leopoldinisch-Carolinischen Akademie, der deutschen geolog. G., der k. k. mähr. schles. G. des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde, der G. des vaterländ. Museums in Böhmen, des zool. bot. Vereines zu Wien, der kais. Naturf. G. zu Moskau und kais. freien ökonom. G. zu St. Petersburg, der entomolog. G. zu Paris und Stettin, ausserordentl. Mitglied der k. böhm. G. der Wissenschaften, korresp. Mitglied der k. bot. G. zu Regensburg, der schles. G. für vaterl. Kultur zu Breslau, der physikalisch-medicinischen G. zu Erlangen, der G. für Natur- und Heilkunde und der G. für spec. Naturgesch. »Isis« zu Dresden, der naturh. G. zu Nürnberg und zu Altenburg, des naturforsch. Vereines zu Riga.



Mit 44 Tafeln.

Brünn.

Druck und Verlag von Carl Winiker.

1855.

104. 2

196

Handwritten text, likely bleed-through from the reverse side of the page, appearing as a mirrored sequence of characters.

BIBLIOTHECA

REGIA

MONACENSIS.

MONACENSIS.

— 35 —

Anders T. H. J. M.

● 廣東省銀行

Druck und Verlag von Carl Winkler.

॥ १ ॥

V o r w o r t.

Der gegenwärtige Beruf des Verfassers hat der vorliegenden Schrift unwillkürlich die Gestaltung eines Lehrbuches gegeben und ihn gezwungen, Manches darin aufzunehmen, was für Viele wenig oder kein Interesse hat. Es soll dieses Buch in die Krystallographie einleiten und auf sie vorbereiten, nebstbei den Lernenden mit den Methoden und Systemen der vorzüglichsten wissenschaftlichen Werke über diesen Gegenstand vertraut machen und hauptsächlich dem Verfasser als ein Leitfaden zu seinen Vorlesungen dienen.

Die lithographirten Krystallnetze, 91 an der Zahl, reichen zum elementaren Studium hin, und können nach der im §. 14 angegebenen Methode leicht angefertigt werden. Ausführlicher wurde behandelt die Winkelmessung durch Anwendung des Studer'schen, vom Hofmechanikus Breithaupt in Cassel ausgeführten Repetitions - Reflexions - Goniometers.

Im applicativen Theile der Krystallographie (von §. 80 angefangen) wurden nur die Grundgestalten ausgedehnter behandelt, dagegen, nach dem bereits angeeigneten Vorgesickten, die Beschreibung und das Studium der geschlossenen und offenen, sowohl holo- als hemi-ëdrischen einfachen Gestalten dem Zuhörer selbst nicht ohne Grund aufgebürdet.

Dass die übersichtliche Einrichtung des Buches dazu beitragen sollte, ihm auch ausserhalb des Kreises der Zuhörer einigen Eingang zu verschaffen, wäre vom Verfasser viel zu viel gefordert.

§. 1.

Begriff der Geologie.

Die Geologie (von γῆ Erde und λόγος Lehre) (böhm. zeměsloví), ist die Wissenschaft von der Natur unseres Planeten und seiner verschiedenen Glieder, mit Ausschluss der auf ihm lebenden Organismen.

Da es keinem Zweifel unterliegt, dass unser Planet einstmals ohne Organismen bestanden hat, so sind die an ihm jetzt lebenden Organismen keine nothwendigen Glieder desselben. Der Umstand, dass bei geologischen Forschungen die versteinerten Organismen zu berücksichtigen sind, kann hier nicht als Einwurf Geltung gewinnen, weil die Versteinerungen nur Pseudomorphosen, d. h. Gesteins- oder Mineralien-Arten sind, welche fremde Formen tragen, und somit als Glieder unseres Planeten erscheinen. — Auch kann man dem Ausdrücke Leben keine erweiterte Bedeutung beilegen.

§. 2.

Eintheilung der Geologie.

Die Geologie zerfällt in die Wissenschaft von der Natur des Erdkörpers nach seinen früheren Zuständen, von der ursprünglichen Bildung und allmählichen Entwicklung, Geogenie (von γῆ Erde und γενεα entstehen) (böhm. zeměvznik) und in die Wissenschaft von der Natur des Erdkörpers nach seiner gegenwärtigen Erscheinungsweise, Geognosie (von γῆ und γνῶσις die Kenntniss) (böhm. země-

znalství). Beide Theilwissenschaften zerfallen wieder in die Geogenie und Geognosie des Erdganzen und jene der Erdglieder. Die Geogenie des Erdganzen, eine der schwierigsten Theilwissenschaften der Geologie, so wie die Geognosie des Erdganzen sind noch sehr mangelhaft. Vollständiger dagegen ist bereits die Geognosie der festen, flüssigen und gasförmigen peripherischen Erdglieder, die Chthonologie (χθόνος auf der Erde), Hydrographie (ὕδωρ Wasser), Atmosphærologie (ἀτμός Dampf σφαῖρος kugelrund).

§. 3.

Eintheilung der Geognosie der festen Erdkruste.

Die Geognosie der festen Erdkruste betrachtet entweder die homogenen (gleichförmigen) oder die heterogenen (ungleichförmigen) Irden (anorganische Theile). Im ersten Falle erhält diese Wissenschaft den hybriden Namen Mineralogie (von Mine und λόγος) (böhm. nerostopis) oder den verbesserten Oryctognosie (von ὀρυκτόν Mineral) und ist die Lehre von den homogenen Irden, im letzteren Falle heisst sie Petrographie (von πέτρος Gestein) Gesteinslehre (böhm. kamenopis). Die Betrachtungen der Petrographie lassen sich abermals in folgende Abschnitte bringen:

a) Hylologie (eigentlich Hylelogie von ὕλη Stoff, Materie); die Betrachtung der Gesteine hinsichtlich ihrer allgemeinen materiellen Verhältnisse, ihrer vorherrschenden chemischen und mineralischen Bestandtheile.

b) Histologie der Gesteine (ἵστος das Gewebe, der Bau); die Betrachtung der Elemente, aus welchen, und der Gesetze, nach welchen die Gesteine aus diesen Elementen zusammen gefügt sind; die Lehre von der Textur und Structur der Gesteine.

c) Morphologie der Gesteine (von μορφή die Ge-

stalt, Form); die Betrachtung der Formen, in welchen die Gesteine aufzutreten pflegen.

d) **Synopsis** der Gesteine (von σύνοπτος übersehbar); die Aufstellung und Beschreibung der wichtigsten Gesteinsarten.

e) **Petrogenie** (von πέτρος Gestein und γένω entstehen); die Betrachtung der wahrscheinlichen Entstehungsweise der Gesteine.

f) **Allöosologie** der Gesteine (von ἀλλά einer Partikel, welche den Uebergang, ὅσος, welches die Zeit bedeutet); die Betrachtung der Umwandlungen, welchen die Gesteine im Laufe der Zeiten unterworfen waren, oder noch gegenwärtig unterworfen sind.

g) **Orographie** (von ὄρος Gebirge) Gebirgsbeschreibung, auch **Geotektonik** genannt (τεκτονικός Baumeister) die Lehre von der Architektur, Lagerung, Schichtung und Verbreitung der Gebirgsarten (böhm. Horopís).

h. **Geurgie, Agronomie** oder die Erd- und Bodenkunde. Die Lehre von der Erdkrume und deren Untergrund mit Rücksicht auf die Vegetation (von ἀγρός Feld und νόμος Futter).

§. 4.

Begriff der Palaeontologie.

Unter **Palaeontologie** (von παλαιός alt), Versteinerungslehre oder Petrefactenkunde versteht man jene Hilfswissenschaft der Geologie als auch der Botanik und Zoologie, welche die Irden behandelt, die durch organisches Zuthun entstanden sind, somit entweder die Form oder die Textur oder beides organisches an sich tragen. Die organischen Ueberreste kommen entweder im Zustande der blossen Abformung, oder der Incrustation oder der Auslaugung (Verwitterung) oder der Petrefizierung (eigentlichen Versteinerung) oder auch der Verkohlung (Mumisirung) vor.

§. 5.

Aufgabe der Geologie.

Die Geologie lässt sich nach Massgabe ihrer in den vorigen §§. aufgestellten Eintheilung nicht lehren, da eine derartige disjunctive Methode den grössten Grad der Vorbildung erfordert, es muss daher die conjunctive oder synthetische Methode beim Unterrichte befolgt werden und zwar in folgender Reihe:

Die Mineralogie, die Geognosie, Palaeontologie, Geogenie.

Die Geologie hat uns alle Eigenschaften, Kraftäusserungen und Zustände unseres Erdballes bekannt zu machen, sie ist somit der Inbegriff aller bereits genannten Wissenschaften und setzt nebst dem noch die Kenntniss der Mathematik, insbesondere der Geodäsie und der Geophysik so wie auch der übrigen Zweige der Naturwissenschaften voraus. Die Geologie sucht die Erkenntniss und das Verständniss aller Systeme in eines, welchem in allen seinen Theilen objective Realität zukömmt.

§. 6.

Eintheilung der Mineralogie.

Die Mineralogie zerfällt in die wissenschaftliche und angewandte. Die wissenschaftliche betrachtet die Mineralien autologisch d. h. an und für sich, in ihrer Isolirung, ohne Rücksicht auf ihre Beziehungen zu andern Dingen, sie kann daher zunächst dasjenige, was unmittelbar an ihnen haftet, was ihnen eigenthümlich angehört, mit einem Worte, ihre Eigenschaften berücksichtigen. Die angewandte Mineralogie oder Lithurgik (von λίθος Stein) schlägt die heterologische Betrachtungsart ein, als der Verhältnisse der Mineralien zu einander und zu andern Dingen. Zu jenen gehören vorzüg-

lich das **Zusammenvorkommen**, ihre gegenseitige räumliche Verknüpfung, ihre Vertheilung an der Erde; zu diesen gehören die Verhältnisse der Mineralien zu dem Menschen und seinen Bedüsfnissen, zu der Vegetation u. s. w.

Die wissenschaftliche Mineralogie oder Mineralogie im engeren Sinne begreift in sich:

a) Die **Morphologie** der Mineralien, die Lehre der Formen, in welchen die Mineralien aufzutreten pflegen.

b) Die **Terminologie** der Mineralien (böhm. zna-koslowí) untersucht die Eigenschaften, welche sie in ihrem ursprünglichen Zustande besitzen, die Eigenschaften in abstracto. Sie zerfällt in die **Oryktophysik**, welche die physischen, und die **Oryktochemie**, welche die chemischen Eigenschaften der Mineralien untersucht.

c) Die **Nomenclatur** der Mineralien ist der Inbegriff aller Namen, an welche die Mineralogie die anschaulichen Vorstellungen von den Mineralien knüpft.

d) Die **Charakteristik** oder **Diagnostik** der Mineralien (böhm. wymezení) bildet für die anschaulichen Vorstellungen der Einheiten Begriffe, dadurch diese Einheiten gedacht werden, um eine wahrhafte Erkenntniss von ihnen möglich zu machen; sie lehrt demnach die Mineralien zu bestimmen.

e) Die **Systematik** der Mineralien (böhm. soustavosloví) lehrt den Begriff der Mineralspecies und die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Species betrachtet werden sollen, nach dem Principe der Einerleiheit, Gleichartigkeit und der Aehnlichkeit.

f) Die **Physiographie** der Mineralien ist der applicative Theil aller vorausgeschickten Theilwissenschaften der wissenschaftlichen Mineralogie, sie hat die Absicht, die anschaulichen Vorstellungen der Mineralien, ohne die unmittelbare Gegenwart derselben, hervorzubringen durch eine Beschreibung aller ihrer Eigenschaften.

§. 7.

Eintheilung der Lithurgik.

Zur angewandten Mineralogie lassen sich folgende Theilwissenschaften bringen:

a) Geographie der Mineralien, Minerographie, Oryktographie, Topographie der Mineralien, sie beschäftigt sich mit der Kenntniss der Verbreitung der Mineralien über unsere Erde.

b) Die Gemmen-Kunde, die Kenntniss der Edelsteine und ihrer Anwendung.

c) Halurgie (von ἅλος Salz) die Lehre von den Salzen, den Salzsoolen und deren Betriebe.

d) Die Metallurgie, die Lehre von den Metallen und dem Zugutmachen oder Verhütten derselben.

§. 8.

Geschichtliche Uebersicht der Mineralogie.**Erste Periode.**

Die erste schriftliche Erwähnung geschieht in dem 2. Buche Moses Kap. 28, 17–20 und Kap. 39, 10–13 von den Edelsteinen, jedoch beweisen die Namen dieser Steine, dass Moses die Kenntniss derselben von den Aegyptiern erhalten hat. Auch die Phönizier hatten die Kenntniss. Von den älteren Schriftstellern der Griechen werden mehrere Mineralien erwähnt, als von Homer und Hesiod. Theophrastus von Eresus auf Lesbos hat im Jahre 310 v. Ch. in einer Schrift betitelt: *περί λίθων* die Edelsteine, mit vielem Fabelhaften ausgeschmückt, abgehandelt. Im Jahre 384 v. Ch. erschien durch Aristoteles zu Stagira in Thracien einiges über das Verhalten der Mineralien gegen Licht, Wärme, Gefühl. Im Jahre 456 v. Ch. hat Hippokrates, im Jahre 50 n. Ch. Diskorides besonders auf den medizinischen Gebrauch vieler Mineralien hingewiesen. — Unter den

Römern war im J. 79 n. Ch. Plinius der ältere der Einzige, welcher das, was er über Mineralien gehört hatte, in seiner *Historia naturalis*. lib. 33—37 zusammenstellte. Er spricht schon von der Gestalt des Hexagons des Bergkrystalles lib. 37, 2. Es trat nun der unfruchtbare Zeitraum ein, welcher die Wissenschaft des Alterthumes von der des neuen Europa trennt.

§. 9.

Zweite Periode.

Durch mehrere Jahrhunderte hindurch wurde alles Studium der Naturwissenschaften von den Christen vernachlässiget und verachtet. Einer der ersten Beförderer war der Araber Ebn Sina oder Avicenna im Jahre 1015 n. Ch., er schied die Mineralien in Steine, Metalle, schwefelige Substanzen und Salze. Erst im Jahre 1193 schrieb in Deutschland über Mineralien Albert von Bollstädt aus Lauingen in Schwaben, bekannt unter dem Namen Albertus Magnus. Form und bestimmte Bildung, bemerkt er, sei den Mineralien wesentlich. Ueber zwei hundert Jahre später im Jahre 1530 erforschte Georg Agrikola ein Sachse die äusseren Kennzeichen der Mineralien und suchte selbe zur Klassifikation anzuwenden. Seine Werke sind die ersten, welche auch noch jetzt in mancher Hinsicht brauchbar bleiben. Sein System wurde von Konrad Gessner, einem Schweizer, welcher auch der deutsche Plinius genannt wurde, im J. 1549 und von Andreas Cesalpinus, einem Toskaner im J. 1560 angenommen. Jener sprach schon von Krystallen und deren Winkeln, dieser zweifelte dagegen an der Beständigkeit der Winkel. Im Jahre 1670 gab Steno, ein Däne und 1705 Gulielmini, ein Italiener über die Beständigkeit der Kantenwinkel bei den Krystallen eine Abhandlung heraus. Auch verdienen erwähnt zu werden Henkel, ein Sachse, welcher im Jahre 1725 ein besonderes Werkchen, welches den Titel „Pyritologie“ führt, herausgab

und Buffon, ein Franzose, welcher im J. 1783 verschiedene Mineralien beschrieb. Ersterer erkannte die Gesetzmässigkeit der Mineralformen an, letzterer verwarf sie.

§. 10.

Dritte Periode.

Im Jahre 1759 suchte Linné, ein Schwede, die Mineralien nach ihren Krystallformen einzutheilen, jedoch leider ohne Zuhilfnahme der Geometrie. Zugleich gründete sein Landsmann Wallerius ein System und machte den ersten Versuch zu einer Terminologie und Charakteristik der Mineralien. Während dieser Zeit erschienen aber auch schon Monographien und chemische Untersuchungen der Mineralien, so gab Boetius de Boot, ein Hannoveraner die Edelsteine, so erschienen Resultate der Klassifikation von Hjärne, Magnus von Bromell, Becher, Pott. Endlich trat der Schwede Cronstedt im J. 1759 mit einem rein chemischen Mineralsystem auf. Mit ihm verfolgten Scheele und Bergmann denselben chemischen Weg. Da schon im J. 1752 von Engeström das Löthrohr erfunden und von Bergmann, so wie auch Gahn in der Mineralogie angewendet wurde, so erhielt nach und nach, besonders aber durch Berzelius im J. 1846 die Mineralogie eine einseitige chemische Richtung.

§. 11.

Vierte Periode.

Diese Epoche beginnt schon mit dem Jahre 1774 eingreifend in die vorige mit dem Sachsen Werner. Er schied dem Beispiele Cronstedt's nachfolgend die Mineralogie von der Geognosie, bestimmte die äusseren Kennzeichen scharf und stellte ein System auf, in welchem neben dem chemischen Charakter zugleich die natürlichen Verwandtschaften der Mineralien, nur noch wenig die regelmässigen Formen der Krystalle berücksichtigt wurden. Diese schwache Seite der Mineralogie begründete fester

fast gleichzeitig Haüy ein Franzose, indem er die krystallographischen Arbeiten seiner Vorgänger und Zeitgenossen, wie die eines Bergmann, benutzte. So war im Jahre 1783 eine vorzügliche Krystallographie von Romé de l'Isle, einem Franzosen erschienen, der auch zuerst die Ansicht von der Beständigkeit der Neigungswinkel der Krystallflächen zu einander feststellte und das von Carangeot erfundene Hand-Goniometer anwendete. Haüy's System, dessen Grundlage besonders chemischer Natur ist, berücksichtigt schon die primitive Krystallform und stellt die Arten fest. Während dieser Zeit wurden auch die chemischen Untersuchungen der Mineralien, besonders von Klaproth und Vauquelin um die Jahre 1710 und 1820 eifrig betrieben und von anderen die Krystallwinkel gemessen, welche letzteren durch das von dem Engländer Wollaston auch um diese Zeit erfundene Reflexions-Goniometer vervollkommen wurden. Besonders sind die zahlreichen Messungen des Phillips und Brooke und Bournon 1808 und Brongniarts Werk von 1807 zu erwähnen. —

§. 12.

Fünfte Periode.

Im Jahre 1808 gab Weiss, ein Sachse von Geburt, ein Schüler Werners eine Dissertation heraus, betitelt: „De indagnando formarum crystallinarum charactere geometrico“ und stellte bestimmte Krystallsysteme auf, bei welchen er die Axenverhältnisse feststellte. Er gab im J. 1813 eine Abhandlung darüber heraus. Hoffmann in Freiberg liess im Jahre 1811 bereits ein Handbuch der Mineralogie erscheinen, welches bis zum J. 1817 durch Breithaupt fortgesetzt wurde und vier Bände umfasst. —

Ebenfalls im J. 1813 erschien das Handbuch der Mineralogie von Hausmann in Göttingen.

Im Jahre 1822 trat Mohs, zu Gernrode am Harze geboren, ebenfalls ein Schüler Werners, in Freiberg auf

und stellte eine Eintheilung, welche nur in wenigem von der Weiss'schen abweicht, auf. Sein Grundriss der Mineralogie in zwei Bänden erschien vom Jahre 1822 bis 1824. — Nun waren zwei Bahnen eingeschlagen, die eine von Weiss, die andere von Mohs. Die erstere verfolgten besonders G. Rose, Kupfer, Neumann in Berlin und Quenstedt in Tübingen; der letzteren blieben treu Haidinger und Leydolt in Wien und Zippe und Reuss in Prag. Haidinger hat das Verdienst, die Benennungen der Krystallformen mit der Erinnerung an Mineralien, denen sie im ausgezeichnet repräsentativen Grade zukommen, verknüpft zu haben.

Einen Weg in der Mitte zwischen beiden geht Naumann, er bedient sich zweckmässigerer und einfacherer, auf die Vertheilung der Flächen zur Grundgestalt oder mit einem Worte Flächensysteme basirter, krystallographischer Zeichen und gab eine consequente Nomenklatur heraus. Die mathematischen Prinzipien der Krystallsysteme wurden auch durch physikalische, besonders optische Eigenschaften, wie diess Brewster zuerst nachwies, gerechtfertigt. Durch die Vereinigung aller Methoden und durch die analytische Chemie, so wie durch die Berücksichtigung der Stöchiometrie und des Isomorphismus, welche erstere Berzelius und Fuchs zu München, letztere Mitscherlich in Berlin kultivirte, durch die genauere Auffassung und Fixirung der physischen Eigenschaften der Mineralien, durch die Entdeckungen im Bergbau hat sich die Mineralogie auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit gehoben. Allerdings ist durch einige Willkürlichkeiten in den Neuerungen der Terminologie und den krystallographischen Zeichen u. s. w. dem wahren Geiste dieser Naturforschung nicht entsprochen worden; doch diese verfallen auch ohne Kritik, wenn auch noch locale Ideale, der blossen historischen Beachtung. Alle Auctoren, welche sich besonders in dieser Periode hervorhoben, können wir hier nicht vorführen, weil wir nur eine Uibersicht geben

wollten; daher werden nur in der Literatur die wichtigsten Hand- und Lehrbücher und bei der Systematik einige weitere Andeutungen erfolgen. —

§. 13.

Literatur.

Es genüge hier nur auf einige wenige Hand- und Lehrbücher aufmerksam zu machen, da ohnehin die reinen Literaturwerke eines Freiesleben, Lommel, Kenn-
gott, Hartmann u. s. w. dem Mineralogen den nöthi-
gen Aufschluss geben.

Blum. Lithurgik. Stuttgart. 1840.

Blumhof. Lehrbuch der Lithurgik. Frankfurt. 1822.

Brard. Minéralogie appliquée aux Arts. 3 Vol. Paris.

1821.

Breithaupt. Handbuch der Mineralogie. Dresden. 1836.

Brongniart. Traité de Minéralogie avec des applicati-
ons aux Arts. 2. Vol. Paris. 1807.

Dana. System of Mineralogy. 2. ed. London and New-
York. 1844.

Dufrénoy. Traité de Minéralogie. Paris. 1844—1847.

Fladung. Versuch über die Kennzeichen der Edelsteine.
Pesth. 1819.

Glocker. Grundriss der Mineralogie. Nürnberg. 1839.

Haidinger. Handbuch der bestimmenden Mineralogie.
Wien. 1845.

Hartmann. Handbuch der Mineralogie. 2 Bände. Wei-
mar. 1843.

Hausmann. Handbuch der Mineralogie. Göttingen. 1813.
1828. 1845.

Hörnes. Uibersichtliche Darstellung des Mohsischen Mi-
neralsystems. Wien. 1847.

Kenngott. Lehrbuch der reinen Krystallographie. Bres-
lau. 1846.

Kobell. Grundzüge der Mineralogie. Nürnberg. 1838.

Köhler. Grundriss der Mineralogie. Cassel. 1838.

- Kopp.** Einleitung in die Krystallographie. Braunschweig. 1849.
- Kreyčič.** Počátkové nerostopisu. V Praze. 1851.
- Kurr.** Grundzüge der ökonomisch-technischen Mineralogie. Leipzig. 1851.
- Leonhard.** Handbuch der Oryktognosie. Heidelberg. 1826.
- Leonhardi.** Ökonomische und technologische Naturgeschichte des Mineralreiches. Leipzig. 1803.
- Leunis.** Analytische Darstellung der drei Naturreiche. Oryktognosie und Geognosie. 3. Theil. Hannover. 1851.
- Möllinger.** Die Lehre von den Krystallformen. Solothurn. 1840.
- Mohs.** Grundriss der Mineralogie. 2 Theile. Dresden 1822 und 1824.
- Mohs.** Naturgeschichte des Mineralreiches. 1. Theil. Wien. 1836.
- Naumann.** Entwurf der Lithurgik. Leipzig. 1826.
- Naumann.** Lehrhuch der Mineralogie. Berlin. 1828.
- Naumann.** Anfangsgründe der Krystallographie. Dresden. und Leipzig. 1841.
- Naumann.** Elemente der Mineralogie. Leipzig. 1846. Neue Aufl. 1850.
- Necker.** Le règne minéral ramené aux méthodes de l'histoire naturelle. Paris et Strasbourg. 1835.
- James Nicol,** Manual of Mineralogy. London. 1849.
- Phillips.** Elementary Introduction to Mineralogy. 4. Edition. by R. Allan. London. 1837.
- Plattner.** Die Probirkunst mit dem Löthrohre. 2. Aufl. Leipzig. 1847.
- Quenstedt.** Methode der Krystallographie. Tübingen. 1840.
- Rammelsberg.** Handwörterbuch des chemischen Theiles der Mineralogie. Berlin. 1841. mit Supplementen von 1843. 1845. 1847.

- Rose. Elemente der Krystallographie. Berlin. 1838.
 Schmieder. Versuch einer Lithurgik. Leipzig. 2 Bände.
 1803—1804.
 Steffens. Handbuch der Oryktognosie. 5 Bände. Halle.
 1811. 1815.
 Sturm. Mineralogie der Baukunst. Chemnitz. 1800.
 Völker. Handbuch der ökonomisch-technischen Mineralogie. 2 Bände. Weimar. 1805.
 Zippe. Mohs Naturgeschichte des Mineralreiches. 2.
 Theil. Physiographie. Wien. 1839.

§. 14.

Krystallmodell-Sammlungen.

Zur genaueren Anschauung dienen die Krystallmodelle, Nachbildungen der Krystalle aus Gyps, Glas, Thon, Speckstein, Holz, Hornplatten oder Pappe, letztere verdienen den Vorzug, weil sie mit Genauigkeit nach Grundrissen verfertigt werden können.

Rössler'sche Krystall-Modelle aus Gyps, in Prag verfertigt, sie haben eine Axenlänge von 1—1½ Zoll und erscheinen in 3 Abtheilungen geordnet, die 1. Abtheilung 49 Grundgestalten 2 fl. 30 kr. C. M., die 2. Abtheilung 49 Combinationen 3 fl. C. M., die 3. Abtheilung Zwillingsskrystalle 60 Nummern 3 fl. C. M. Gedruckte Verzeichnisse mit den Bezeichnungen nach Mohs und Naumann liegen bei. — Von Glas sind Modelle bei Batka in Prag mit 20 kr. C. M. das Stück zu haben; aus Holz in kleinem Formate mit 1 Zoll langer Axe werden 46 Stück Modelle verabfolgt in Cassel, Krieger's Verlags-Buchhandlung zu dem Preise von 3 fl. C. M., ein gedrucktes Verzeichniss liegt bei; auch in Wien werden bei Prüfer (Ungergasse) oder Becker (Margarethen, lange Gasse 107) Krystallmodelle aus Holz geschnitten, und nach der Anzahl der Flächen (à ½ kr. C. M.) oder für 50 Grundgestalten zu 6 fl. C. M., für 120 Modelle 25 fl. C. M. der Preis gestellt. —

Aus durchscheinenden Hornplatten werden in Baiern Krystallmodelle angefertigt, welche desshalb sehr instruktiv sind, weil sie sowohl die Axenverhältnisse als auch in sich die abgeleiteten Gestalten dargestellt enthalten. — Im Heidelberger Mineralien-Comptoir bekommt man 100 Stück Modelle aus Papp mit 2 Zoll langer Axe zu 9 Rthlrn. 18 ggr. Die Grundgestalten werden auch besonders zu dem Preise von 2 Rthlrn. 8 ggr. abgegeben. Ein gedrucktes Verzeichniss mit Synonymen und den krystallographischen Zeichen, der Erklärung der Ableitungen, liegt bei. — Besonders ist aber für den Anfänger die Anfertigung der Krystallmodelle nach Grundrissen zu empfehlen, da er dadurch nicht allein richtige Begriffe von den Verhältnissen der einzelnen Flächen, ihrer Zahl, Neigung u. s. w. sich erwirbt, sondern auch auf die leichteste Weise ein getreues und sicheres Bild dieser Körper dem Gedächtnisse tief eingeprägt erhält und dadurch die so manchen Anfänger abschreckenden Schwierigkeiten des Auffassens beseitigt. Man bedient sich dazu eines glatten, weissen, starken Kartenspapieres oder zu grössern und dauerhaftern Modellen der sogenannten englischen Pressspäne von gelbbrauner Holzfarbe (bei Gottlieb Haase in Prag, der Bogen zu 10—20 kr. C. M.). Auf diese Deckel wird das Netz des zu fertigenden Körpers genau verzeichnet, welches beliebig gross entworfen werden kann, je nachdem man grössere oder kleinere Modelle wünscht, nur muss jede Linie und jede Fläche in gleichem Maassstabe vergrössert werden. Diejenigen Linien, welche eine Fläche mit der anstossenden in einer Kante verbinden sollen (also der Nebenflächen), werden etwas über die Hälfte in die Deckelsubstanz eingeschnitten und das fertige Netz ganz ausgeschnitten. Nur muss man sich hüten, einen Grundriss mit der verkehrten Fläche aufzutragen, weil sonst der Körper sehr oft nicht einklappt. Ist das Netz genau, so klappt die Figur zusammen und wird entweder an den Rändern

mit geschmolzenem Schellack oder Leim oder bei grösseren Modellen mittelst geleimter Papierstreifen, von der Innenseite wo möglich angelegt, verbunden. Nachher kann man auch die Modelle mit Hausenblasenlösung und endlich mit Firniss oder Deckfarben bestreichen. — Die nähere Anleitung erfolgt bei den einzelnen Gestalten. — Für augenblickliche Zwecke jedoch und zur Übung in den Ableitungen kann man sich der Seife, des plastischen Thones oder ähnlicher schneidbarer Substanzen bedienen. Beim Studium oder Zeichnen oder in Auslagskästen müssen die Krystallmodelle durch Unterlegen eines Pappringes normal, d. h. aufrecht und mit einer Nebenaxe gegen den Beobachter, gestellt werden.

§. 15.

Mineraliensammlungen.

Auch eine Mineraliensammlung oder wenigstens ein häufiger Besuch in derselben ist für denjenigen, welcher Mineralog werden will, unentbehrlich. Obgleich derjenige, welcher sich alle gründlichen Kenntnisse aus der Mineralogie angeeignet hat vor demjenigen den Vorzug verdient, welcher ohne gründliche theoretische bloss praktische Kenntnisse der Mineralien besitzt, so sollte der erstere dennoch darnach streben, sich auch diese praktische Fertigkeit anzueignen, während es manchem der letzteren rein unmöglich ist, sich theoretische Kenntnisse zu erwerben. Obgleich sich letztere sehr oft als Mineralogen gebehrdern, während ihnen der Name Mineralienkenner gebührt, so sind sie oft nicht im Stande, ein ihnen fremdartig aussehendes oder von einer neuen Lokalität herrührendes Mineral mit Zuhilfenahme der Kennzeichenlehre zu bestimmen, was hingegen dem durchgebildeten Theoretiker sehr oft möglich sein wird. —

Man sucht wo möglich frische und unverletzte, wo möglich krystallisirte Stücke zu erhalten, staubige oder verschmutzte Stücke werden abgeblasen, und wenn sie

nicht löslich sind, mit Wasser gewaschen, vom vielen Anfühlen fettige Stücke können entweder mit Seifenwasser oder sehr verdünnter Schwefelsäure oder auch verdünnter Ammoniaklösung, jenachdem es die Beschaffenheit und das Verhalten des Mineral's zu diesen Waschsubstanzen erfordert, rein gemacht werden. Das Formatisiren geschieht mittelst eines Hammers, oft Meissels; bei sehr spröden, leicht zersplitternden Mineralien oder wo einzelne sehr schätzbare Krystalle aufliegen, wird die Säge- oder Schneide-Maschine zu gebrauchen sein. Krystalle von Mineralien, die in Säuren unlöslich sind, können von Mineralien, die auflöslich sind, und die Krystalle umschliessen, durch jene Säuren befreit und sichtbar gemacht werden. Gleiches Format ziert eine Mineraliensammlung. $1\frac{1}{2}$ —4 Zoll Länge, $1''$ $1'''$ — $2\frac{1}{2}''$ Breite und $\frac{1}{2}$ — $1''$ Dicke sind für Privatsammlungen, $3''$ Länge, $2\frac{1}{2}''$ Breite und $\frac{1}{2}$ — $1''$ Dicke für öffentliche Handsammlungen, $6''$ Länge und $4''$ Breite für öffentliche Schausammlungen hinreichend. Wählt man sich ein Format für die Handsammlung, so kann man zur Erzielung der Gleichförmigkeit auch Exemplare von dem doppelt grösseren oder kleineren Formate aufnehmen. Ein jedes Mineral wird in ein offenes Pappkästchen, welches bloss so gross sein darf, dass das Mineral leicht hineinpasst, gelegt, mit einer Nummer versehen und einer Etiquette unterlegt, an welcher letzterer die Nummer, und auch der Fundort nebst Namen und den dieses Exemplar auszeichnenden morphologischen und physikalischen Eigenschaften angegeben wird. Diese offenen Pappkästchen müssen gleichförmig sein und wenn einige vergrössert werden, muss diess immer um das Doppelte geschehen, weil sie sich gleichförmiger einreihen lassen, für eine gewisse Anzahl Pappkästchen muss das Schubfach des Mineralienkastens angepasst werden. Auch kann man die einzelnen Länder durch gefärbte Etiquetten oder Pappkästchen auszeichnen. Sehr zweckmässig ist es für die Kabinette der Lehranstalten, dass

1. sogenannte Kennzeichen-Sammlungen (terminologische Sammlungen) angelegt werden, welche an sorgfältig und von Fachmännern ausgewählten Stücken die einzelnen Eigenschaften der Mineralien deutlich zeigen, solche sind Spaltbarkeits-, Strichs-, Bruchs-, Zähigkeits-, Adhäsions-, Glanz-, Farben-, Farbenwandlungs-, Geschmacks-Reihen.

2. Krystallsammlungen, in welchen die Krystalle an Gestellchen oder Holzcylinderchen mit Wachs zu befestigen sind.

3. Localsammlungen von verschiedenen Ländern oder auch Bergwerken.

4. Gemmen - oder Edelsteinsammlungen roher oder geschliffener Edelsteine.

5. Technologische Sammlungen, besondere und allgemeine, letztere alle nutzbaren Mineralien enthaltend.

6. Allgemeine systematische Sammlungen, welche die Kenntniss der Mineralien selbst zum Hauptzwecke haben.

Eine grössere Auswahl von Mineralien ist käuflich zu bekommen:

In der Mineralien-Niederlage der k. sächsischen Bergakademie zu Freiberg;

im Mineralien-Comptoir zu Heidelberg.

Systematisch geordnete Sammlungen:

100 Exemplare zu 1 1/2"	Grösse	4 Thlr.	20 Ngr.
150	"	10	—
200	4 Quadratzoll	18	25 "
300	"	30	—
400	6	60	—
500	"	90	—
600	"	126	—
1000	"	212	—.

Technologische Sammlungen im Formate von 6 Quadrat-
zollen:

200 Stücke 25 Thlr. 20 Ngr.

300 „ 44 „ — „

400 „ 69 „ — „

Gemmen-Sammlungen:

50 Exemplare theils roh, theils geschliffen 50 Thlr. 10 Ngr.

Ausführliche Kataloge kann man unentgeltlich erhalten.

Bei Dr. A. Krantz in Bonn, (Rheinisches Mineraliencomptoir) Koblenzerstrasse:

Systematisch geordnete Sammlungen, die Exemplare zu
4 Quadratzoll.

100 verschiedene Exemplare 7¹/₂ Rthlr.

200 „ „ 18 „

300 „ „ 28 „

500 „ „ 56 „

1000 „ „ 140 „

2000 „ „ 350 „

Die Exemplare zu 9 Quadratzoll.

100 verschiedene Exemplare 12 Rthlr.

200 „ „ 26 „

300 „ „ 46 „

500 „ „ 94 „

1000 „ „ 215 „

2000 „ „ 500 „

Für Schüler oder minder bemittelte Sammler können, wenn man auf das Format nicht sieht, Sammlungen von 48, 96—144 Arten im Preise von 2³/₄, 5¹/₂, — 8 Rthlr. abgelassen werden.

Für den Ankauf einzelner Stücke ist ein besonderes Preisverzeichniss vorrätbig.

Bei H. Felix Schneider in Hof im Voigtlande.

Bei H. Dr. A. Bader in Wien, Stadt, hohe Brücke
Wiplinger Gasse, Nr. 148.

Bei H. Carl Prüfer in Wien, Ungergasse.

Geognostische und Petrefacten-Sammlungen werden bei Gelegenheit auch besprochen werden.

§. 16.

Oryktognosie.

Orykto - Morphologie (Formverhältnisse der Mineralien).

Die Mineralien sind entweder gesetzlich oder ungesetzlich gestaltet. Die gesetzlich gestalteten zeigen in ihren frei ausgebildeten Abarten streng gesetzliche Formen, oder sie sind bloss gesetzlich zusammengehäuft (aggregirt). Erstere Mineralien nennt man krystallisirt, letztere krystallinisch. Die ungesetzlich gestalteten Mineralien nennt man amorph (von α privativum, hebt allemal den Begriff des Wortes, welchem es vorgesetzt wird, ganz auf, und $\muορφη$ Gestalt, also ohne Gestalt oder gestaltlos). — Da die genannten Formenverhältnisse auch bei andern Substanzen vorkommen, so diene hier als erläuterndes Beispiel eine jederzeit betrachtbare Substanz, der Zucker. Als Kandis ist er krystallisirt, als Hutzucker krystallinisch, indem er noch gesetzmässig gestaltete Körner bildet, in Bonbons, deren Form ganz zufällig ist, erscheint er amorph. Allein nicht alle bis jetzt als amorph anerkannten Mineralien sind es wirklich, indem viele durch das Vergrösserungsglas betrachtet noch eine Regelmässigkeit in ihrer an einander gedrängten Gestaltung zeigen. —

Dem Vorausgeschickten gemäss zerfällt die Orykto-Morphologie

1. in die Morphologie der Krystalle, Krystallologie;
2. die Morphologie der krystallinischen Mineralien;
3. die Morphologie der amorphen Mineralien.

§. 17.

Krystallogie (böhm. hlaťopís).

Krystall (von *κρύσταλλος* etwas Erstarrtes und Durchsichtiges) (böhm. hlať) im mineralogischen Sinne, nennt man jeden ursprünglich nach symmetrischen Gesetzen begränzten anorganischen Körper, dessen innerer Bau mit der äussern Begränzung übereinstimmt. Viele Mineralogen erklären den Krystall als Individuum, verwirren aber den Begriff der Individualisirung. Wenn der Krystall ein Individuum wäre, so müsste er nur in Moleküle zertheilt werden können, allein die Erfahrung lehrt, dass ein Krystall durch die Trennung des Zusammenhanges der Individuen abermals in Individuen aber keine Krystalle mehr zerfällt, z. B. bei einem Kalkspathrhomboëder abermals viele Individuen, nämlich kleinere Rhomboëder hervorgebracht werden können. Zum Begriffe des Krystalles ist dagegen das Merkmal der Ursprünglichkeit — unumgänglich nothwendig, weil die Form des Krystalls eine von der Natur selbst ausgeprägte Gestalt sein muss. Die von dem Chemiker künstlich erzeugten Krystalle widerlegen unsere Ansicht nicht, sondern beweisen, dass nicht der Chemiker, sondern die Natur selbst durch herbeigeführte Bedingungen der cohäsiven Anziehungskraft, somit abermals etwas Ursprüngliches zur Ausprägung der Gestalt das Ihrige beigetragen hat. Die Krystallogie zerfällt in folgende Hauptschnitte:

1. in die Krystallogenie, die Lehre von der Entstehung der Krystalle;

2. die Krystallographie, die Beschreibung der Krystallgestalten nach den Prinzipien der Symmetrie;

3. die Krystallogometrie, die Messung der Neigungswinkel an den Krystallgestalten;

4. die Krystallophysik, die Würdigung der physikalischen Eigenschaften der Krystalle;

5. die Krystallochemie, die Zerlegung der Krystalle in ihre chemischen Bestandtheile.

§. 18.

Krystallogenie.

Diese Wissenschaft ist eine noch wenig entwickelte zu nennen. Ein Körper nimmt meist eine krystallinische Form an, indem er aus dem flüssigen Zustande in den festen übergeht. Seltener sind die Fälle, wo eine nur erweichte oder sogar feste amorphe Substanz krystallinisch wird. Man hat das letztere bei der arsenigen Säure, bei rasch abgekühltem Schwefel und bei Glas, wenn es in eine höhere Temperatur kömmt, bemerkt.

Bei jeder Krystallisation wird die Dichtigkeit vermehrt und Wärme frei; jeder Körper, der Wärme abgibt, wird negativ-elektrisch, und der Wärme empfängt, positiv-elektrisch. Allein es wurde auch noch eine Polarität vor der Verbindung der einzelnen Moleküle bemerkt. Da sich die Moleküle nach dem Gesetze der cohäsiven Anziehungskraft zu einem Kryställchen und endlich zu einem Krystalle gestalten, so wird allerdings die Form des Krystalles und dessen Grösse abhängen a) von der Gestalt der Moleküle, b) von der Menge der Moleküle und c) von der Stellung und Länge der Anziehungsaxen, welche die Molekular-Attraction bedingen. Die Gestalt der Moleküle kann aber ellipsoidisch, sphäroidisch, kubisch, rhomboëdrisch, gerade- und schief-prismatisch sein, aber ihre Hauptaxen werden den Anziehungsaxen der Krystalle entsprechen. Diese Axen sind polarisch, positiv und negativ. Da nun diese Polarität der noch unverbundenen Moleküle oder die anziehende und abstossende Molekularkraft durch Temperatur-, Licht-, Elektro-magnetische-, Rotations-, Druck- und andere Verhältnisse modifizirt werden kann, so müssen wir zugeben, dass auch in den Verbindungen der Moleküle mannigfaltige Modifikationen, daher auch in der Gestaltung der Krystalle obwalten können.

Es gibt aber auch intermediäre, Zwischen- oder Nebenaxen, die sich bald früher, bald später geltend machen und so sekundäre Flächen erzeugen, wodurch auch die primitive Anziehungskraft der Moleküle vermindert oder sogar oft aufgehoben wird. Die Abweichungen in der Anziehungskraft der Haupt- oder Nebenaxen können auch noch durch andere äussere Körper hervorgebracht werden. Die cohäsive Anziehungskraft kann auch Kugelformen erzeugen, wenn eine Anhäufung von Molekülen einen Kern bildet, woran diese Anziehung vorherrscht. Die Fähigkeit zu krystallisiren kommt allen sowohl einfachen, als chemisch zusammengesetzten Mineralien zu, deren Bestandtheile sich unter gewissen stöchiometrischen Verhältnissen zu einem Ganzen chemisch verbunden haben, aber die Krystallisation selbst wird erst möglich, wenn ein Körper entweder durch Wärme oder ein anderes Auflösungsmittel in den Zustand der Flüssigkeit versetzt wird, so, dass seine Theilchen den Gesetzen der Anziehungskraft ungestört folgen können; ferner darf zur regelmässigen und vollkommenen Ausbildung des Krystalls von Aussen kein Hinderniss vorhanden sein, auch ist Ruhe und allmähliges Erkalten oder Verdunsten eine Hauptbedingung; wo diese Bedingungen fehlen, da können sich noch krystallinische Körper bilden; wo die Störungen der Art sind, dass fast keine der Bedingungen obwaltet, da entstehen amorphe Körper. Diese Erklärung genügt uns aber bei weitem noch nicht und wir müssen auch noch die Zuflucht zu den Erfahrungen der Chemiker nehmen.

§. 19.

Fortsetzung.

Aus dem elastisch-flüssigen (gasförmigen) Zustande bilden sich durch Condensirung des Dampfes Krystalle, z. B. bei Salmiak, bei der arsenigen Säure, bei Schwefel, bei Antimon u. s. w.

Sehr häufig erfolgt das Krystallisiren aus tropfbar-

flüssigen Lösungen beim Erkalten, z. B. Salpeter in heissem Wasser, Schwefel in Schwefelkohlenstoff u. a.

Auch häufiger bilden sich Krystalle in einer Flüssigkeit, welche allmählig entweder durch Verdunstung oder Zusatz eines andern Körpers entzogen wird, z. B. Steinsalz im Wasser gelöst bei Verdunstung, Salpeter im Wasser gelöst bei Zusatz von Weingeist.

Die Krystalle sind um so besser ausgebildet je langsamer sie entstehen. Es bilden sich grössere Krystalle, wenn die Krystallisation in einem hohen oder tiefen, kleinere, wenn sie in einem flachen, gedrückten oder breiten Raume vor sich geht. Auch können sich bereits ausgebildete Krystalle durch Herabfallen in dieselbe gesättigte Auflösung rund um vergrössern. Bei der Vergrösserung können eine oder sogar zwei Axen eine beschleunigende oder verlangsamende Wirkung äussern. Werden die in der Lösung liegenden Krystalle öfter umgewendet, so ist diess noch vortheilhafter, jedoch geschieht die Vergrösserung bei dieser Lage im horizontalen Sinne, d. h. das Ankrystallisirende setzt sich nach allen Seiten neben an; schwebt oder hängt dagegen der Krystall im untern Theile der verdunstenden Auflösung, so geschieht die Vergrösserung im vertikalen Sinne, d. h. das Ankrystallisirende setzt sich unten an.

Da die Krystalle sich um so regelmässiger bilden, je langsamer sie entstehen, so sind diejenigen Substanzen schwierig in guten Krystallen zu erhalten, deren Löslichkeit sich mit der Temperatur rasch verändert; denn bei der geringsten Temperaturveränderung scheidet sich sogleich soviel von ihnen ab, dass dieses sich nicht zu einzelnen gut ausgebildeten Krystallen zusammenfügen kann. Substanzen, welche sehr leicht löslich sind, krystallisiren aus demselben Grunde weniger gut durch Verdunstung des Lösungsmittels. Oft zeigt ein Krystall bei seinem Entstehen sehr viele Flächen, während das Wachsenlassen die Verschiedenartigkeit der Flächen vermindert, indem

sich nur einige dabei vergrössern und dadurch die andern so zu sagen zuwachsen. Wenn man einen einfacheren Krystall sehr wenig auflöst (z. B. das Gefäss, worin er sich mit der Mutterlauge befindet, gelinde erwärmt), und ihn dann wieder (z. B. durch Abkühlen) etwas wachsen lässt, und zur rechten Zeit herausnimmt, so zeigt er dann häufig zwischen den früheren Flächen auch noch neue. Bricht man zusammengewachsene Krystalle auseinander, so kann man durch Wachsenlassen auch neue Krystallflächen hervorbringen; denn die Zusammenwachsungsfläche entspricht sehr häufig einer Krystallfläche, welche man durch Wachsenlassen glatt erhalten, und die ihr korrespondiren hervorrufen kann. Endlich kann man auch verschiedene Krystalle erhalten, je nach einem Zusatz zu dem Lösungsmittel, so krystallisirt z. B. Steinsalz aus reinem Wasser anders als aus einem sublimathaltigen oder harnstoffhaltigen Wasser, Alaun anders aus reinem Wasser als aus einem Kali- oder Salzsäurehaltigen u. s. w. Auch hat es sich gezeigt, dass die Krystallisationsverhältnisse eines und desselben Minerals nicht selten mit einem durch eine andere Substanz ersetzten Bestandtheile in inniger Beziehung stehen, was man zum Theil Isomorphismus nennt.

Hieraus folgt, dass eine jede Substanz nach den verschiedenen Rücksichten genau zu untersuchen sei, um die Umstände zu erfahren, unter welchen sie so oder anders krystallisirt. Diess können nur die Chemiker in grösseren Laboratorien und chemischen Fabriken leisten und die Resultate nach und nach veröffentlichen. Würden sie ihre Experimente mit den physikalischen verbinden z. B. durch Einleitung eines elektrischen Stromes u. s. w., so würden die Resultate noch glänzender ausfallen und der Krystallogenie einen ungemeinen Vorschub leisten. Der Krystallologe wird sich daraus die Axiome abstrahiren und per analagiam auf die in der Natur obwaltenden Umstände schliessen können, welche ein und

dasselbe Mineral bald in dieser bald in jener Gestalt krystallisiren lassen.

§. 20.

Krystallographie.

(böhm. hlaťopís).

Die Lehren der Krystallographie lassen sich in einen präparativen und einen applicativen Theil sondern. Der erstere beschäftigt sich mit den allgemeinen Erklärungen, der letztere mit den besonderen Eigenthümlichkeiten der Systeme der Krystallformen.

Präparativer Theil.

Begränzungs-Elemente.

Die Krystallformen lassen Flächen, Kanten und Ecke als ihre verschiedenen Begränzungs-Elemente unterscheiden.

§. 21.

F l ä c h e n.

Die Flächen haben zu Begränzungs-Elementen Seiten und Winkel. Haben zwei gegebene Flächen eine gleiche Anzahl Seiten, so heissen sie gleichnamig, haben zwei gleichnamige Flächen gleiche Winkel, so nennt man sie ähnliche; sind zwei gleichnamige Flächen ähnlich und haben sie gleiche Seiten, so nennt man sie gleich oder congruent; haben zwei congruente Flächen eine gleiche Lage und Neigung zum Horizonte, so nennt man sie gleichwerthig. Die Flächen der Krystallgestalten werden nach der Zahl ihrer Seiten drei-, vier-, fünf- n-seitige Figuren genannt. Eine Figur heisst regelmässig, wenn sie gleichseitig und gleichwinkelig; symmetrisch, wenn sie gleichseitig und un-

gleichwinkelig (die abwechselnden Winkel gleich) oder gleichwinkelig und ungleichseitig ist (die abwechselnden Seiten gleich); im ersteren Falle heisst sie symmetrisch-gleichseitig, im letzteren symmetrisch-gleichwinkelig. Eine Figur heisst unregelmässig, wenn keines von den vorausgeschickten obwaltet, sie kann somit auch immer einige Seiten oder Winkel gleich, oder alle Begränzungselemente ungleich haben.

§. 22.

D r e i e c k e.

Die dreiseitigen Figuren nennt man Dreiecke, Triangel (böhm. tříhran). Die Summe aller Winkel eines Dreieckes beträgt 180° oder zwei Rechte. Ein Dreieck wird in vier congruente Dreiecke getheilt, wenn man die Halbirungspunkte der Seiten verbindet. Man unterscheidet gleichseitige Dreiecke oder Trigone, (böhm. Stejnostraník) deren Seiten und Winkel (60°) gleich sind; gleichschenklige Dreiecke (böhm. Stejnorameník), die ein Paar gleiche Seiten (Schenkel) und Winkel haben, die gleichen Winkel werden von ungleichen Seiten gebildet, der ungleiche Winkel heisst Scheitelwinkel, die unpaarige Seite die Grundseite; ungleichseitige Dreiecke oder Skalene (böhm. nestejnorameník oder lichorameník) (von *σκαληνός* ungleichseitig), deren Seiten und Winkel ungleich sind.

Die gleichschenkligen Dreiecke zerfallen in spitzige, deren Scheitelwinkel weniger als 90° beträgt oder deren Schenkel länger sind als die Grundseite; rechtwinklige gleichschenklige Dreiecke, deren Scheitelwinkel 90° misst; und stumpfe gleichschenklige Dreiecke, deren Scheitelwinkel mehr als 90° beträgt. Die Skalene zerfallen in rechtwinklige und schiefwinklige.

§. 23.

V i e r e c k e.

Die vierseitigen Figuren werden **Vierecke** (böhm. čtyrhran) genannt. Die Summe aller Winkel eines Viereckes beträgt 360° oder vier Rechte. Die Verbindungs-
linien der gegenständigen Winkel heissen **Diagonalen** (von *διά* und *γώνιος* von einem Winkel zum andern). Die Diagonalen theilen jedes Viereck in vier Dreiecke. Die Vierecke zerfallen in **Orthogramme** (von *ὀρθός* gerade und *γραμμή* Linie), deren gegenständige Seiten gerade gestellt sind; **Parallelogramme** (von *παράλληλος* neben einander gestellt) deren gegenständige Seiten alle bloss parallel laufen; und **Klinogramme** (von *κλίνω* neigen), deren gegenständige Seiten nicht alle parallel laufen.

Orthogramme.

Bei den Orthogrammen sind entweder alle vier oder nur die gegenüberstehenden Seiten gleich. Das erstere nennt man **Tetragon** (von *τετράγωνος* Quadrat), sonst auch **Quadrat** (čtverec oder čtyrúhelník) das letztere **Rectangel** (Oblongum, Rechteck, böhm. přímo-
hran). Im Tetragon schneiden sich die Diagonalen unter rechten, im Rectangel unter schiefen Winkeln.

Parallelogramme.

Bei den Parallelogrammen gibt es zweierlei Diagonalen, diejenige, welche die spitzigen Winkel verbindet, die längere, **Makrodiagonale** (von *μακρός* lang); und diejenige, welche die stumpfen Winkel verbindet, die kürzere **Diagonale** oder **Brachydiagonale** (von *βραχύς* kurz). Bei den Parallelogrammen sind immer die zwei gegenständigen Winkel gleich und entweder alle vier Seiten oder nur die gegenständigen gleich. Im ersteren Falle heisst es ein **Rhombus** (vom griechischen

ῥόμβος, Raute (böhm. kosočtverec oder kosník), im letzteren ein Rhomboid (längliche Raute, böhm. pakosník). Der Rhombus ist ein verschobenes Tetragon, das Rhomboid ein verschobener Rectangel.

Klinogramme.

Unter den Klinogrammen unterscheidet man symmetrische und unregelmässige. Bei den symmetrischen Klinogrammen sind entweder zwei gegenständige Seiten oder zwei gegenständige Winkel gleich, bei den unregelmässigen Klinogrammen waltet keiner von den beiden Fällen ob.

Der symmetrischen Klinogrammen gibt es zwei. Entweder es sind bloss zwei gegenständige Seiten gleich, nicht parallel, und die ungleichen gegenständigen Seiten pararell, Trapez (τράπεζα verkürztes Viereck böhm. soukosník); oder es sind bloss zwei gegenständige Winkel gleich und die Seiten paarweise gleich, Deltoid (gleichschenkliches Trapez, von δέλτος dreieckige Form, böhm. ramenoběžník). Beim Trapez sind die Diagonalen gleich und schneiden sich unter schiefen Winkeln, beim Deltoid schneiden sich die ungleichen Diagonalen unter rechten Winkeln. Das Deltoid kann durch die Diagonale, welche die gleichen Winkel verbindet, in zwei verschiedene gleichschenklige Dreiecke getheilt werden.

Von den unregelmässigen Klinogrammen gibt es ebenfalls zweie: Entweder sind ein Paar Seiten gleich oder alle ungleich. In ersterem Falle heisst die Figur ein gleichschenkliches Trapezoid, im letzteren Falle ein ungleichschenkliches Trapezoid. (böhm. lichoběžník).

§. 24.

F ü n f e c k e.

Eine von fünf Seiten begränzte Figur nennt man ein Fünfeck, Pentagon (von πεντά fünf γώνος Winkel, böhm.

pětihran). Die Summe aller Winkel eines Fünfecks beträgt 540° oder sechs Rechte.

Regelmässige Fünfecke, deren Seiten und Winkel (108°) gleich sind, kommen in der Natur nicht vor. Dagegen kommen vor: Symmetrische und unregelmässige Fünfecke.

Ein symmetrisches Pentagon hat vier gleiche Seiten und zwei Paar einander gegenständige gleiche Winkel, der unpaarige Winkel (Scheitelwinkel genannt) stehet der unpaarigen Seite (welche Grundseite heisst) gegenüber. Die Grundseite kann länger oder kürzer sein als die übrigen Seiten.

Ein unregelmässiges Pentagon ist dasjenige, welches ungleiche Winkel hat. Somit können auch immer zwei Paar oder sogar alle Seiten gleich sein, verschiebt man ein regelmässiges oder symmetrisches Fünfeck, so wird ein unregelmässiges daraus.

§. 25.

S e c h s e c k e.

Von sechs Seiten begränzte Figuren nennt man Sechsecke, die Summe aller Winkel in den Sechsecken beträgt 720° oder 8 Rechte.

Es gibt regelmässige Sechsecke, symmetrisch-gleichwinklige, symmetrisch-gleichseitige, halb-symmetrische und unregelmässige.

Ein regelmässiges Sechseck, Hexagon genannt, (von ἕξ sechs, α bloss eingeschaltet, und γωνιον Winkel, böhm. šestihran), hat gleiche Seiten und gleiche Winkel (120°). Ein symmetrisch-gleichwinkliges Sechseck oder gleichwinkliges Ditrigon hat abwechselnd gleiche Seiten, ein symmetrisch-gleichseitiges Sechseck oder gleichseitiges Ditrigon hat abwechselnd gleiche Winkel (zwei Nachbarwinkel ersetzen sich gegenseitig zu 240°). Ein halb-symmetrisches Sechseck hat zwei Paar gegenüber liegender

Seiten gleich und die zwei gegenständigen Seiten ebenfalls gleich, nebst dem alle gegenständigen Winkel gleich, von denen die von den unpaarigen Seiten und wieder die von den paarigen Seiten gebildeten einander gleich sind. —

§. 26.

Achtecke und Vielecke.

Von acht Seiten umschlossene Figuren nennt man Achtecke. Die Summe aller Winkel eines Achtecks beträgt 1080° oder 12 Rechte. Es gibt in der Natur nur symmetrische Octagone (von $\delta\alpha\tau\omega$ acht; böhm. osmihran) auch Ditetragone (Zweimal-Vierecke, von $\delta\iota\varsigma$ doppelt) genannt, diese sind entweder symmetrisch-gleichwinklig oder symmetrisch-gleichseitig. Bei den symmetrisch-gleichwinkligen Achtecken ergänzen sich die zwei Nachbarwinkel zu 270° . —

Neun-Ecke, Enneagone (von $\epsilon\nu\nu\epsilon\alpha$ neun) und Zehnecke, Dekagone (von $\delta\acute{\epsilon}\kappa\alpha$ zehn) kommen nur bei Schnitten und an Combinationen vor.

Zwölfecke, Dihexagone oder Dodekagone (von $\delta\acute{\omega}\delta\epsilon\kappa\alpha$ zwölf) kommen in der Natur nur symmetrisch-gleichwinklige und symmetrisch-gleichseitige vor. Die Summe aller Winkel beträgt bei einem Dihexagon 1800° oder 20 Rechte, in einem symmetrisch-gleichseitigen Dihexagon ergänzen sich die zwei Nachbarwinkel zu 300° . —

Eine von 16 Seiten begränzte Figur, da sie in der Natur immer symmetrisch vorkömmt, heisst ein Achtezehneck, Dioctagon.

Eine von vielen Seiten begränzte Figur heisst ein Vieleck, Polygon (von $\pi\omega\lambda\acute{\upsilon}\varsigma$ viel; böhm. mnoho-
hran). —

§. 27.

Flächenreihen.

Sehr praktisch für das Studium der Krystallographie ist die Eintheilung der Flächen in gewisse Reihen. Bei jeder Reihe wird eine Figur als Grundfigur angenommen und alle diejenigen Figuren, welche sich um die Grundfigur nach gewissen Gesetzen beschreiben lassen, werden als zu dieser Reihe gehörig betrachtet. Die Gesetze, nach welchen die derselben Reihe angehörigen Figuren um die Grundfigur beschrieben werden, sind:

1. Verbindung der halbirtten Seiten oder der abwechselnden Winkel oder überhaupt symmetrisch gelegener Punkte. Diese Art nennt man das Einschreiben und die entstehenden Figuren eingeschriebene.

2. Linien den Diagonalen parallel und an gewissen äussersten Endpunkten der Grundgestalt gezogen u. s. w. Diese Methode nennt man das Umschreiben und die entstehenden Figuren umschriebene.

Diese Reihen sind besonders wichtig bei den Schnitten und horizontalen Projektionen. Zu diesem Zwecke sind folgende vier Reihen hervorzuheben.

1. Die trigonale oder auch hexagonale Reihe. Die Grundfigur ist ein Trigon. Um ein Trigon lassen sich beschreiben ein Hexagon, ein gleichwinkliges und gleichseitiges Ditrigon, ein symmetrisch-gleichwinkliges und symmetrisch-gleichseitiges Dihexagon, ein symmetrisches Enneagon, und symmetrische Vierundzwanzigecke oder Didodekagone. Eben so lässt sich umgekehrt in allen genannten Figuren ein Trigon beschreiben.

2. Die tetragonale oder quadratische Reihe. Die Grundfigur ist ein Tetragon. Um ein Tetragon lassen sich beschreiben symmetrisch-gleichwinklige und symmetrisch-gleichseitige Ditetragone, quadratische Zwölfecke (mit 4 langen und paarweise acht kurzen Seiten), quadratische Dioctagone. Eben so lässt sich umgekehrt in allen genannten Figuren ein Tetragon beschreiben.

3. Die rhombische Reihe; Grundfigur ein Rhombus. Um einen Rhombus lassen sich beschreiben Rectangeln, halb-symmetrische (oder rhombische) Sechsecke, halb-symmetrische oder rhombische Acht-, Zehn-, Zwölf-Ecke.

4. Die rhomboidische Reihe; Grundfigur ein Rhomboid, um welches sich beschreiben lassen: rhomboidische Sechs-, Acht- und Zwölf-Ecke.

Folgende zwei Reihen sind weniger wichtig:

5. Die trapezische Reihe, Grundfigur das gleichschenklige Dreieck, um welches sich beschreiben lassen Trapeze, Deltoide, gleichschenklige Trapezoide, excentrische Rhomben, symmetrische Fünfecke, trapezische Sechs- und Zwölf-Ecke.

6. Die skalenische oder trapezoidische Reihe, Grundfigur das Skalen, um welches sich ungleichseitige Trapezoide, excentrische Rhomboide und unregelmässige Fünf-, Sechs-, Acht- und Zwölf-Ecke beschreiben lassen.

§. 28.

Stellung und Anordnung der Flächen.

Die Flächen als solche werden von dem Kystallographen in drei Stellungen betrachtet:

1. In der normalen oder ursprünglichen, nach andern in der Stellung erster Art oder der Hauptreihe, wenn die Fläche in ihrer horizontalen Lage mit einer ihrer Diagonalen oder Winkel gegen den Beobachter gerichtet oder in der verticalen Lage mit einer Diagonale oder einem Winkel aufrecht steht.

2. In der verwendeten oder zur Stellung 1 in der diagonalen Stellung, nach anderen Autoren in der Stellung zweiter Art oder der Nebenreihe, wenn die Fläche in ihrer horizontalen Lage mit dem Mittelpunkte einer ihrer Seiten gegen den Beobachter gerichtet oder in der vertikalen und geneigten Lage mit dem Mittelpunkte einer ihrer Seiten aufrecht steht.

3. In der excentrischen oder der Stellung der dritten Art oder Stellung der Zwischenreihe, wenn die Fläche mit irgend einem anderen Punkte als die oben genannten sind, gegen den Zuschauer oder den Horizont gerichtet ist.

Was die Anordnung der Flächen an Körpern betrifft, so erscheinen sie einzeln oder sie liegen entweder zu zweien neben einander, was man Flächenpaare, oder es liegen mehrere symmetrisch gegen einander, was man Flächensysteme oder Flächengruppen, oder sie liegen auch in einem horizontalen wie auch oft vertikalen Kreise nebeneinander, was man Flächengürtel oder Flächenzonen nennt. Die Flächensysteme werden je nach der Anzahl der gruppirten Flächen drei- vier- n-zählige Flächensysteme genannt. Endfläche heisst man diejenige Fläche, welche die Hauptaxe eines Krystalls schneidet, man kann daher nur bei solchen Krystallen, deren Längendimension verschieden ist, von Endflächen sprechen. Pol- oder Scheitelflächen nennt man diejenigen Flächen, welche das Endeck oder den Scheitel eines Krystalls bilden. Gipfelflächen heissen Flächen, welche zusammen eine End- oder Gipfelkante bilden und die Mittelpunkte der Kante die Hauptaxe verbinden. Seitenflächen sind der Hauptaxe parallel laufende Flächen. — Ferner werden die Flächen hinsichtlich ihrer Anordnung von einer gegebenen oder fixirten Fläche aus betrachtet und man unterscheidet:

Die Nebenfläche oder Grenzfläche einer gegebenen Fläche, nämlich diejenige, welche eine Kante mit der gegebenen bildet; eine Zone von Nebenflächen heisst jede stetige Reihe von Nebenflächen, und zwar in jeder Zone diejenige Fläche, welche mit der gegebenen Fläche unmittelbar zum Durchschnitt kommt, die erste, die mit dieser zum Durchschnitt kommende die zweite, u. s. f. die dritte, vierte nte Ne-

benfläche. Nachbarfläche einer gegebenen Fläche ist jede zweite Nebenfläche, welche mit derselben noch einen Eckpunkt gemein hat. Gegenfläche einer gegebenen Fläche ist die ihr parallele oder diametral gelegene, am entgegengesetzten Ende der Gestalt. — Nach denselben Merkmalen werden Neben-, Nachbar- und Gegen-Flächenpaare und ebenso auch Neben-, Nachbar- und Gegen-Flächensysteme unterschieden.

Gleichwerthige oder einwerthige Flächen nennt man alle gleichnamigen von gleicher Grösse, Figur und Lage, im entgegengesetzten Falle nennt man sie ungleichwerthige und abermals zwei-, drei-werthige u. s. w.

§. 29.

K a n t e n.

Wenn die Flächen sich schneiden, entstehen Kanten. An jeder Kante unterscheidet man die Kantenflächen, den Neigungs- oder Flächen- oder auch uneigentlich den Kanten-Winkel und die Kantenlinie.

Die Normalebene einer Kante ist jede, welche die halbirt Kantenlinie rechtwinklig schneidet.

Der Winkel, welchen die Durchschnittslinien dieser Normalebene mit den Kantenflächen einschliessen, ist der Neigungs- oder Flächen-Winkel. Die so in der Normalebene verzeichnete Neigung der Kantenflächen wird auch die Grösse der Kanten genannt, somit ist Neigungswinkel und Grösse der Kante identisch.

Die Kantenlinie zeigt die Länge der Kante an.

Die Kanten sind rechtwinklig, wenn der Neigungswinkel 90° , stumpf-, wenn er mehr und spitzwinklig (scharf), wenn er weniger als 90° misst.

Eine ausspringende Kante ist, die weniger, eine einspringende Kante, die mehr als 180° misst. Die einfachen Krystallgestalten besitzen nur ausspringende, die Zwillingsgestalten oft einspringende Kanten. —

Kanten heissen gleich gross, wenn sie gleiche Flächenwinkel; gleich lang, wenn sie gleiche Kantenlinien; gleich, wenn sie beide gleich haben.

Eine Kante, deren Flächen sich decken würden (congruiren), wenn man ihre Neigung bei unveränderter Figur bis auf Null verminderte, heisst regelmässig, wenn jede Fläche von der Normalebene in zwei congruente Hälften getheilt wird; symmetrisch, wenn diess letztere nicht statt findet; unregelmässig, wenn beides nicht statt findet.

Charakteristische Kanten sind diejenigen, welche einer Gestalt ausschliesslich zukommen. Die Kanten erhalten oft eigene Benennungen, die einen praktischen Werth für den Krystallographen haben:

a) Nach den Gestalten, an welchen sie vorkommen, als Hexaëder- Oktaëder- Tetraëder- Dodekaëder-Kanten.

b) Nach den eingeschriebenen Gestalten, welchen die Kantenlinien zukommen, unterscheidet man Hauptkanten, welche ihre Grösse, nie aber ihre Länge zur eingeschriebenen Gestalt ändern; Nebenkanten, welche der eingeschriebenen Gestalt nicht zukommen.

c) Nach den Zonen, in welchen sie liegen, als Pol- oder Gipfel-Kanten, wo zwei Gipfelflächen zusammentreffen, und das eine Ende der Kante die Hauptaxe schneidet; Mittelkanten, wo Gipfelflächen zusammentreffen und das eine Ende der Nebenaxe schneiden; Seitenkanten, wo zwei Seitenflächen zusammentreffen und die Kante der Längendimension des Krystalls parallel läuft; Randkanten, wo Seiten- und Endflächen zusammentreffen; Scheitelkanten, wo die Scheitelflächen zusammentreffen. —

d) Wenn mehrwerthige Kanten an einer einfachen Gestalt vorkommen, so unterscheidet man, längere stumpfere, kürzere stumpfere, mittlere stum-

pfere, längere schärfere, kürzere schärfere, mittlere schärfere u. s. w.

e) Kommen an einer zusammengesetzten Gestalt Kanten vor, welche von den Flächen der verschiedenen einfachen Gestalten gebildet werden, so heissen sie Kombinationskanten.

Um die Anzahl der Kanten bei einer Gestalt schnell zu erfahren, multipliziert man die Zahl ihrer Flächen mit der Zahl der Seiten einer Fläche und dividirt das Produkt durch zwei, der Quotient zeigt die Anzahl der Kanten. Es wäre somit:

Die Anzahl der Flächen = F.

Die Anzahl der Seiten einer Fläche = S.

Die Anzahl der Kanten = K.

Die Anzahl der Ecke = E.

so wäre die Formel $\frac{S \times F}{2} = K$ oder:

Die Anzahl der Flächen und die Anzahl der Ecke zusammen genommen übersteigt die Anzahl der Kanten um zwei; die Formel:

$$F + E = K - 2.$$

z. B. bei dem Rhombendodekaëder nach der ersten Formel $\frac{12 \times 4}{2} = 24$, nach der zweiten Formel $12 + 14 = 26 - 2$.

z. B. bei dem Achtundvierzigflächner nach der ersten Formel $\frac{48 \times 3}{2} = 72$, nach der zweiten Formel $48 + 26 = 74 - 2$.

§. 30.

E c k e.

Durchschneiden sich wenigstens drei Kanten, so entsteht ein Eck. An jedem Eck untercheidet man den Eckpunkt, die Kanten- oder ebenen Winkel, letztere sind die Winkel, welche zwei Kanten mit einander bilden und wohl zu unterscheiden von dem Flächen- oder Neigungswinkel. Im allgemeinen werden die Ecke drei-,

vier-, fünf- n-flächig oder drei-
n-kantig genannt, wenn sie von drei bis n Flächen oder
Kanten zusammengesetzt sind.

Die Ecken sind regelmässig, wenn sie gleiche Kantenlinien, gleiche Neigungs- und Kantenwinkel haben, also mit einem Worte von gleichen Kanten gebildet werden; halbregelmässig oder symmetrisch, wenn sie gleiche Kantenwinkel aber abwechselnd gleiche Neigungswinkel haben, oder wenn die Kantenlinien abwechselnd gleich sind; unregelmässig, wenn sie ungleiche Kanten haben.

Man unterscheidet ferner a) Regelmässige Trigonale Ecke, wenn sie von drei gleichen Kanten gebildet werden z. B. beim Tetraëder.

b) Würfecke, wenn sie regelmässig trigonal sind und die Kanten- und Neigungswinkel 90° messen z. B. beim Würfel.

c) Unregelmässig-trigonale Ecke, wenn sie von ungleichen Kanten gebildet werden. Diese zerfallen wieder:

α . in trapezisch-trigonale Ecke, welche von zwei gleichen und einer ungleichen Kante gebildet werden, z. B. die Mittelecke des Rhomboëders.

β . In skalenisch- od. trapezoidisch-trigonale Ecke, welche von ganz ungleichen Seiten gebildet werden z. B. die Mittelecke des Plagieders.

d) Regelmässig tetragonale oder pyramidale Ecke, welche von vier gleichen Kanten gebildet werden, z. B. die Hauptecke des Rhombendodekaëders.

e) Symmetrisch-tetragonale oder rhombische oder auch prismatische Ecke, welche von vier abwechselnd gleichen Kanten gebildet werden, z. B. die Mittelecke der tetragonalen Pyramide.

f) Unregelmässig-tetragonale oder hemiprismatische Ecke, welche von vier ungleichen Seiten gebildet werden und diese werden wieder unterschieden:

α) in rhomboidische, bei welchen der Schnitt ein Rhomboid ist z. B. die orthodiagonalen Ecke bei der monoklinoëdrischen Pyramide.

β) Deltoische Ecke, bei welchen der Schnitt ein Deltoid ist. z. B. die Mittelecke des tetragonalen Skalenoëders.

g) Regelmässig-hexagonale oder bloss hexagonale Ecke, welche von sechs gleichen Kanten gebildet werden z. B. die Polecke der hexagonalen Pyramide.

h) symmetrisch-hexagonale oder ditrigonale Ecke, welche von sechs abwechselnd gleichen Kanten gebildet werden, z. B. die Hexaëderecken des Pyramidenwürfels. Ecke h) und a) nennt man auch rhomboëdrische Ecke.

i) Symmetrisch-octagonale oder ditetragonale Ecke, welche von acht abwechselnd gleichen Kanten gebildet werden, z. B. die Polecke bei der ditetragonalen Pyramide.

k) Symmetrisch-dodekagonale oder Dihexagonale Ecke, welche von zwölf abwechselnd gleichen Kanten gebildet werden, z. B. die Polecke der dihexagonalen Pyramide.

Hinsichtlich der Gestalt, welcher gewisse Ecke ausschliesslich zukommen nennt man die Ecke charakterische.

Die Ecke erhalten nebstdem oft eigene Benennungen, welche einigen praktischen Werth haben, als:

a) Nach den Gestalten, welchen sie zukommen, Hexaëder-, Oktaëder-, Tetraëder-, Dodekaëder-Ecke.

b) Nach den eingeschriebenen Gestalten, welchen die Ecke zukommen, unterscheidet man Hauptecke, welche die Hauptform der ganzen Gestalt bedingen, und Nebenecke, welche ihre Lage zur eingeschriebenen Gestalt ändern.

c) Nach dem Kantenwinkel zerfallen die Ecke in scharfe oder spitze, wenn er weniger als 90° beträgt,

rechtwinklige, wenn er 90° , und stumpfe, wenn er mehr als 90° beträgt.

d) Nach den Zonen, in welchen die Ecke liegen, benennt man sie Pol- oder Gipfelecke, Spitzecke oder auch Scheitel, wenn sie bloss durch Pol- oder Scheitelkanten gebildet werden; Mittelecke, wenn sie durch Mittelkanten und Pol-Kanten gebildet werden; Seitenecke, welche von Seitenkanten, Randecke, wenn sie durch das Zusammentreffen von Randkanten mit Seiten- oder Polkanten gebildet werden.

e) Wenn mehrwerthige gleichnamige Ecke an einer Gestalt vorkommen, so unterscheidet man sie durch den Ausdruck stumpfere und spitzigere, z. B. beim Deltoiddodekaëder sind vier spitzigere und vier stumpfere regelmässig-trigonale Ecke.

f) Kommen an einer zusammengesetzten Gestalt Ecke vor, welche durch das Zusammentreffen der Kanten verschiedener einfacher Gestalten entstehen, so nennt man sie Combinations-Ecke.

Gegeneck eines gegebenen Eckes heisst das gleiche und parallelfächige auf der entgegengesetzten Seite der Gestalt.

Die Anzahl der verschiedenen Ecke an den regelmässigen und einfachen Gestalten ist bestimmt: Der rhomboëdrischen gibt es zwei oder acht, der tetragonalen zwei oder sechs, der rhombischen sechs, wenn die Gestalt keine Ecke anderer Art enthält, sonst vier, sechs, acht, zwölf u. s. w.

§. 31.

Veränderungen an den Kanten und Ecken.

Man kann an den Kanten folgende Veränderungen vornehmen um sich die Ableitung verschiedener Gestalten aus der Grundgestalt vorstellen zu können.

1. Eine einzige Fläche auflegen oder die Kante so abtragen, dass die Fläche zu den die Kante bildenden

Flächen eine gleiche Neigung hat, oder mit andern Worten, dass die neue mit den Kanten parallele Fläche sich mit der Axe der Kanten unter einem rechten Winkel schneidet. Dieses Verfahren nennt der Krystallograph den Körper entkanten oder die Kanten abstumpfen. Es kann auch eine schiefe Abstumpfung der Kanten statt finden; somit wird die Abstumpfung der Kanten sein:

a) symmetrisch oder gerade, wenn die Abstumpfungsfläche gegen beide Kantenflächen gleich geneigt und

b) unsymmetrisch oder schief, wenn die Abstumpfungsfläche gegen die Kantenflächen ungleich geneigt ist.

2. Die Zuschärfung der Kanten, wenn man zwei Flächen auf eine Kante, die der Kante parallel laufen, auflegt; die Zuschärfungen sind immer symmetrisch, indem beide Zuschärfungsflächen eine gleiche Neigung gegen die unmittelbar anliegende Kantenfläche haben. Die von den Zuschärfungsflächen selbst gebildete Kante heisst die Zuschärfungskante.

3. Die halbe Zuschärfung, wenn bei der Zuschärfung der Kanten die halbe Anzahl der Zuschärfungsflächen symmetrisch weggenommen wird.

An den Ecken werden folgende Veränderungen zu bezeichnen sein:

4. Das Entecken oder die Abstumpfung des Eckes, wenn man eine Fläche an das Eck auflegt, welche sich mit der Axe des Ecks unter einem rechten Winkel schneidet, oder welche zu den das Eck bildenden Flächen und Kanten gleich geneigt ist. Es kann auch eine schiefe Abstumpfung der Ecken Statt finden. Daher ist die Abstumpfung:

a) symmetrisch oder gerade, wenn die Abstumpfungsflächen gegen die gleichwerthigen Begrenzungselemente des Eckes gleiche Neigung haben.

b) **unsymmetrisch** oder **schief**, wenn die Abstumpungsfläche gegen die gleichwerthigen Begränzungselemente des Eckes eine ungleiche Neigung hat.

5. Das **Zuspitzen** des **Ecks**, wenn man eine gleiche Anzahl der Flächen unter einerlei Neigung zur Axe und dem Eck auflegt. Die Zuspitzungsflächen bilden zwischen sich die **Zuspitzungskanten** und das **Zuspitzungseck**. Das **Zuspitzen** geschieht von den Flächen und von den Kanten aus. Das Erstere legt die neuen Flächen auf die Flächen, das Letztere auf die Kanten, beidemale gegen die Kanten und Flächen gleich geneigt, mit einer Neigung gegen das Eck oder anders bezeichnet: die Zuspitzungsflächen sind auf die Flächen oder auf die Kanten aufgesetzt, je nachdem die in ihnen, von dem Zuspitzungsecke aus mitten zwischen beiden Zuspitzungskanten, auslaufenden Linien eine Fläche oder eine Kante des zugespitzten Eckes treffen.

6. Das **doppelte Zuspitzen** des **Ecks**, wenn man die doppelte Zahl der Flächen unter denselben Modalitäten (wie 5.) auflegt. Das doppelte Zuspitzen geschieht von den Flächen oder von den Kanten aus.

7. Die **Zuschärfung** des **Ecks** findet Statt, indem man ebenfalls in gleicher Neigung (wie bei 5.) zwei Flächen auflegt, welche die **Zuschärfungsflächen** heissen und die **Zuschärfungs-Kante** bilden. Die **Zuschärfungsflächen** sind entweder auf die Flächen oder auf die Kanten aufgesetzt, je nachdem die in ihnen von der Mitte der **Zuschärfungskante** und rechtwinkelig von derselben auslaufenden Linien eine Fläche oder eine Kante treffen.

8. Die **halbe Zuspitzung** des **Ecks** findet Statt, wenn man die halbe Anzahl der Flächen, als in das Eck ursprünglich zusammenstiessen, abwechselnd nach den Modalitäten (wie 5.) auflegt.

9. Die **halbe doppelte Zuspitzung** des **Ecks** erfolgt, wenn man von den (nach 6) aufgelegten Flächen die abwechselnden auslässt.

§. 32.

Symmetrie, Mittelpunkt, Schnitte der Gestalten.

Symmetrie einer Gestalt ist die in der Zahl, Grösse, Vertheilung und Lage ihrer verschiedenen Begränzungselemente obwaltende Gesetzmässigkeit.

Mittelpunkt einer Gestalt ist derjenige Punkt innerhalb derselben, welcher sich aus allen gleichwerthigen gleich weit abstehenden Begränzungselementen ergibt. Der Mittelpunkt einer Gestalt theilt jede Axe in zwei Halbaxen.

Schnitt an einer Gestalt heisst derjenige Theil einer durch die Gestalt gelegten Ebene, welche innerhalb derselben enthalten ist. Zur nähern Bestimmung der Krystalle ist es nothwendig, dass man sich gewisse Schnitte derselben entweder vorstellt oder an Modellen wirklich macht, und diess sind besonders die Schnitte, welche durch den Mittelpunkt der Gestalt gehen und selbe halbiren, welche **Hauptschnitte** oder **Mittelquerschnitte** genannt werden. Wenn diese Ebene des Schnittes nicht durch den Mittelpunkt gehet, so nennt man den Schnitt einen **Nebenschnitt**. Ein **Axenschnitt** ist diejenige durchgelegte Ebene, welche die Axe in irgend einer Richtung durchschneidet; **Querschnitt** heisst jeder auf die Hauptaxe rechtwinklige Schnitt; **basischer Schnitt** wird genannt, der mit der Basis parallele Schnitt; **basischer Hauptschnitt**, welcher durch den Mittelpunkt gehet und die Gestalt vollkommen halbirt. Hauptschnitte welche die Diagonale der Basis in sich einschliessen, werden **diagonale Schnitte** genannt und erhalten ihre Benennungen nach den Diagonalen, somit gibt es **Macrodiagonale-**, **Brachydiagonale-**, **Orthodiagonale-** und **Klinodiagonale-Schnitte**. Hinsichtlich der Figuren der Flächen, welche man bei den Schnitten im Allgemeinen erhält, zerfallen die Schnitte nach den im §. 27 angegebenen Reihen in **trigonale**, **hexagonale**, **tetragonale**, **rhombische**, **rhomboidische** Schnitte u.

s. w. Bei denjenigen Gestalten, welche, wie später erklärt werden wird, hemiedrische genannt werden, muss man zur Beurtheilung der Querschnitte in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte oder von den Endpunkten der Hauptaxe schneiden und die Figuren in derselben Lage, ja zuweilen von den beiden halben Gestalten auf einander auftragen, um entscheiden zu können, welcher Reihe die Figuren angehören, da es sich herausstellen wird, dass durch das meist rechtwinklige Durchgreifen der Figuren, massgebende eingeschriebene Figuren entstehen. Z. B. ist der Mittelquerschnitt beim Pentagondodekaëder ein rhombisches Sechseck, legt man aber das rhombische Sechseck des links- und jenes des rechts-gedrehten Pentagondodekaëders in ihrer ursprünglichen Lage auf einander, so entsteht ein eingeschriebenes Octagon, eine Figur der tetragonalen Reihe, nemlich der Mittelquerschnitt des Pyramidenwürfels.

§. 33.

Coordinat-Ebenen und Coordinat-Axen.

Wenn die Betrachtungsweise der Krystallformen den Anforderungen der Wissenschaft genügen und eine feste Basis haben soll, so muss sie auf einer mathematischen Grundlage beruhen. Dieselbe muss aber so einfach als möglich und zugleich leicht verständlich sein und darf das Studium dieser Wissenschaft auch jenen, welche an mathematische Betrachtungen weniger gewöhnt sind, nicht erschweren, sondern vielmehr erleichtern und anziehend machen. Bedenkt man, dass es Krystallformen zuweilen gibt, die von mehr als hundert verschiedenen Flächen begrenzt sind, so wird man zu der Einsicht gelangen, dass die Übersicht dieser Flächen und ihrer gegenseitigen Verhältnisse wohlgeordnet sein muss. Das allerwichtigste Verhältniss der Flächen einer und derselben Krystallform ist aber das ihrer gegenseitigen Lage. Wie nun die Lage gegebener Punkte, Linien und Flächen nur relativ d. h.

beziehungsweise auf gewisse, dabei zu Grunde gelegte und gleichsam zum Anhalten dienende Punkte, Linien oder Flächen bestimmt werden kann, so gilt diess auch von den Krystallflächen. Wir müssen daher innerhalb einer jeden Krystallform ein System von Linien oder Ebenen annehmen, in Bezug auf welches die Lage aller ihrer Flächen bestimmt werden soll. Da nun in der Mathematik dergleichen, zur Lagenbestimmung dienende Ebenen mit dem Namen *Coordinat-Ebenen* und ihre gegenseitigen Durchschnittslinien mit dem Namen *Coordinat-Axen* belegt werden, so wollen wir von diesen Benennungen in der Krystallographie nicht abweichen. Ein solches System von *Coordinat-Ebenen* oder ein solches *Axensystem* muss aber wo möglich einfach und den Symmetrie-Verhältnissen der Krystallform möglichst angemessen gewählt werden. Da nun die Krystallformen eine körperliche, somit eine nach drei Dimensionen sich erstreckende Ausdehnung besitzen (meist trimetrisch sind), so bedürfen wir auch für eine jede wenigstens dreier *Coordinat-Ebenen*, welche nicht einer und derselben Linie parallel sind. Eine grössere Zahl von *Coordinat-Ebenen* einzuführen, würde zwar vom blossen mathematischen Gesichtspunkte aus unzweckmässig sein, kann aber dessen ungeachtet bei gewissen Krystallformen durch die Symmetrieverhältnisse derselben (wie z. B. bei den tetrametrischen Gestalten) geboten werden. Wie auch das System der *Coordinat-Ebenen* beschaffen sein möge, so wird man jedenfalls den Mittelpunkt desselben, d. h. den gemeinschaftlichen Durchschnittspunkt der *Coordinat-Ebenen*, in den Mittelpunkt der Krystallform verlegen. Nächst der Zahl der *Coordinat-Ebenen* sind auch die gegenseitigen Neigungswinkel derselben von grosser Wichtigkeit. Vom bloss mathematischen Gesichtspunkte aus würde das Princip der möglichsten Einfachheit geltend zu machen, und daher jederzeit gegenseitige Rechtwinklichkeit der *Coordinat-Ebenen*, wie wir es auch bei den orthome-

trischen Krystallformen befolgen, vorauszusetzen sein. Allein vom Krystallographischen Gesichtspunkte aus werden uns die Symmetrie-Verhältnisse gewisser Krystallformen, nemlich der Klinometrischen, für sie die Einführung schiefwinkliger Axensysteme erforderlich machen. Das Neigungsverhältniss der Coordinat-Ebenen kann übrigens als ein allgemeines und als ein besonderes aufgefasst werden; im ersteren Falle berücksichtigt man nur die Rechtwinklichkeit oder Schiefwinklichkeit überhaupt, oder die Zahl der vorhandenen rechten und schiefen Winkel, und schreibt daher zweien Krystallformen dasselbe allgemeine Neigungsverhältniss der Coordinat-Ebenen zu, wenn jede derselben z. B. lauter schiefe oder lauter rechte Winkel oder einen schiefen gegen zwei rechte Winkel besitzt, wie verschieden auch die numerischen Werthe der schiefen Winkel sein mögen, deren Angabe dann im zweiten Fall das besondere Neigungsverhältniss bestimmt.

§. 34.

Parameter der Flächen.

Die Lage der Flächen einer Krystallform wird von den Elementen des gewählten Axensystems folgenderweise abhängig gemacht und in Bezug auf dieselben bestimmt. Weil nämlich die Coordinat-Axen nach drei Dimensionen ausgedehnt und von unbegrenzter Länge sind, so muss nothwendig eine jede Krystallfläche entweder mit allen dreien, oder mit zweien, oder doch wenigstens mit einer derselben zum Durchschnitte kommen. Die dadurch sich ergebenden Axen-Abschnitte nennt man die Parameter der Fläche und es ist offenbar, dass eine jede Krystallfläche durch Angabe der Grösse und der Richtung ihrer Parameter vollständig bestimmt werde. Auch in denjenigen Axen, mit welchen eine gegebene Fläche gar nicht zum Durchschnitte kommt, lassen sich Parameter annehmen. Denn, weil die Fläche einer solchen Axe parallel ist, so liegt ihr Durchschnittspunkt mit derselben unend-

lich weit vom Mittelpunkte des Axensystems entfernt; man kann daher sagen, dass der betreffende Parameter unendlich gross sei, was durch das Zeichen ∞ ausgedrückt wird. Im Allgemeinen aber ist es nicht sowohl die absolute Grösse, als vielmehr das Verhältniss der Parameter, worauf es bei der Lagenbestimmung einer Fläche ankommt, weil eine Krystallfläche keine wesentliche Veränderung ihrer Lage erfährt, wenn sie sich selbst parallel dem Mittelpunkte genähert, oder von ihm entfernt wird. Da eine jede Coordinat-Axe vom Mittelpunkte des Axensystems in zwei Halbaxen getheilt wird, welche nach entgegengesetzten Richtungen ausgedehnt sind, so bedient man sich zur Unterscheidung je zweier Halbaxen und der in ihnen liegenden Parameter der Vorzeichen $+$ (positiv) und $-$ (negativ), mit welchen in der Mathematik überhaupt entgegengesetzte Grössen bezeichnet werden. Wo kein Zeichen vorsteht, da versteht man stets $+$.

Sobald also für eine Krystallfläche das Verhältniss ihrer Parameter mit gleichzeitiger Berücksichtigung der Richtung derselben angegeben wird, ist ihre Lage völlig bestimmt.

§. 35.

Beispiele zu dem Vorhergehenden.

(Siehe Taf. IX. Fig. 103 u. Fig. 100.)

Man denke sich was immer für eine Fläche also ein Dreieck ABC. Man ziehe sich nach gewissen Symmetrie-Verhältnissen drei Linien von indefiniter Länge, also zwei aus den Winkeln z. B. lothrecht auf die Seiten AA' und BB' und die dritte CC' ausserhalb der Ebene des Dreieckes, doch alle so, dass sie sich in einem Punkte M in der Ebene des Dreieckes schneiden, so sind die Linien AA', BB', CC' die Axenlinien; oder man ziehe sich diese drei Axenlinien AA' BB' CC' so, dass sie sich in dem Punkte M schneiden und CC' aus der Ebene der Zeichnung heraustritt und denke sich itzt eine ebene Flä-

che, so muss diese ebene Fläche gehörig verlängert, wenigstens eine, oder zwei oder alle drei derselben schneiden. Der Mittelpunkt oder Anfangspunkt M dieses Systemes von Axenlinien theilt jede derselben in 2 Hälften, von welchen die eine als die positive (+), die andere als die negative (—) Hälfte betrachtet wird. Gibt man nun für irgend eine Fläche $ABC \dots$ die Grösse der durch ihre Durchschnittspunkte A, B und C bestimmten drei Abschnitte a, b und c der Axenlinien, so wie die Lage derselben in Bezug auf die positiven oder negativen Hälften an, so hat man offenbar die Lage dieser Fläche vollkommen bestimmt, weil es unmöglich ist, dass durch dieselben drei Punkte A, B und C noch eine andere Ebene gehen kann. Somit wären also die Abschnitte dieser genannten Axenlinien die Parameter der Fläche. Nun kann man aber mehrere solche Parameter derselben Fläche verzeichnen und alle diese Parameter werden die Neigung der Fläche zum Horizonte angeben.

Man stelle sich ferner acht solche Flächen ABC so gegeneinander geneigt vor, dass vier nach aufwärts, vier abwärts zusammenlaufen und dennoch alle zum Horizonte gleich geneigt sind: so wird ein Raum durch das gegenseitige Schneiden der Flächen $XYZ, XZY', XY'Z', XZ'Y, X'YZ, X'ZY', X'Y'Z', X'Z'Y$ begrenzt, die drei Ebenen, welche innerhalb der Gestalt liegen, sind die Coordinat-Flächen $XYX'Y', XZ'X'Z, ZY'Z'Y$ und die drei Linien XX', YY', ZZ' , innerhalb der Coordinat-Flächen sind die Coordinat-Axen. Die Linien XM, YM, ZM sind die Halbaxen $+a, +b, +c$, die Linien $X'M, Y'M$ und $Z'M$ sind die Halbaxen $-a, -b, -c$. Für alle acht Flächen der Gestalt gilt somit dasselbe Grössenverhältniss der Parameter $a : b : c$, aber die Richtung derselben ist verschieden, und bedingt die verschiedene Lage der Flächen. So hat die vorn, oben rechts liegende Fläche das Verhältniss $+a : +b : +c$, die vorn, unten, links liegende Fläche das Verhältniss $-a : -b : +c$ u. s. w.

§. 36.

Krystall-Axen.

Da nun eine jede Krystallgestalt ein von ebenen Flächen (in normalem Zustande) umschlossener Körper ist, so müssen auch alle Flächen derselben, und somit die Gestalt selbst, in Bezug auf ein zweckmässig gewähltes System von Axenlinien bestimmt werden können, dessen Anfangspunkt am schicklichsten in den Mittelpunkt der Gestalt verlegt wird, und das gleichsam ein ideales, geometrisches Skelett bildet, um welches die Begranzungselemente der Gestalt symmetrisch geordnet sind. Wie aber auch die Zahl und Lage der Flächen einer Gestalt beschaffen sein möge, immer werden durch ein gemeinschaftliches Zusammentreffen der Flächen-Parameter gewisse Punkte im innern des Körpers bestimmt, welche zu einer Linie vereinigt den Coordinat-Axen entsprechen, ihre Längen werden aber durch dieses gemeinschaftliche Zusammentreffen abgeschnitten. Die somit vorher indefiniten Coordinat-Axen treten nun mit einem bestimmten Grössen-Verhältnisse hervor.

Diese bestimmten Theile der an sich unbegrenzten und unbestimmt verlängerten Axenlinien, welche sich in jeder Gestalt durch das Zusammentreffen ihrer sämtlichen Flächen nothwendig ergeben müssen, heissen die Axen derselben. Es treten somit die indefiniten Coordinat-Axen nun als Krystall-Axen oder als Axen schlechthin mit einem bestimmten Grössen-Verhältnisse hervor. Dieses Grössen-Verhältniss der Axen ist nun zwar in vielen Fällen identisch mit dem Verhältnisse der Parameter, in anderen Fällen aber auch verschieden davon, und es ist daher sehr wichtig, den Unterschied der Axen und der Parameter niemals aus den Augen zu verlieren; denn selbst bei gleichem Verhältnisse beider bleibt immer der Begriff derselben ein verschiedener. Die Parameter sind vom Mittelpunkte aus einseitig ausge-

dehnt; sie sind bestimmte Abschnitte der halben Coordinat-Axen, welche durch eine einzelne Fläche bedingt werden. Die Axen (Krystallaxen) dagegen sind vom Mittelpunkte aus zweiseitig ausgedehnt; sie sind bestimmte Abschnitte der ganzen Coordinat-Axen, welche sich durch das Zusammentreffen mehrerer Flächen ergeben.

§. 37.

Grössen-, Neigungs- und Zahlen-Verhältniss der Axen.

Das Grössen-Verhältniss der Axen kann als ein allgemeines und als ein besonderes betrachtet werden. Im ersteren Falle achtet man nur auf die gegenseitige Gleichheit oder Ungleichheit der Axen überhaupt und schreibt daher zwei Krystallformen dasselbe allgemeine Grössen-Verhältniss der Axen zu. Im letzteren Falle berücksichtigt man an einem und demselben Krystallkörper das Verhältniss der Gleichheit und Ungleichheit der Axen zu einander und schreibt daher einer Krystallform dasselbe besondere Grössenverhältniss der Axen zu, wenn sie alle gleich lang, ein verschiedenes Grössenverhältniss, wenn sie alle ungleich lang sind. Die Gestalten mit gleichem besonderen Grössenverhältniss der Axen nennt man isometrische (von *ἴσος* gleich), mit ungleichem besonderen Grössenverhältnisse heterometrische Gestalten (von *ἕτερος* verschieden). Ferner werden die Axen sowohl im allgemeinen als im besonderen unterschieden in diejenigen von einem endlichen und jene von einem unendlichen Werthe. Körper mit wenigstens einer Axe von unendlichem Werthe nennt man unendliche oder offene Gestalten, Körper mit allen Axen von endlichem Werthe nennt man endliche oder geschlossene Gestalten.

Das gegenseitige Durchschneiden der Axen eines

Körpers in seinem Mittelpunkte, nennt man das Axenkreuz.

Schneiden sich die Axen alle unter gleichen Winkeln, so nennt man diess ein gleiches Neigungsverhältniss der Axen oder ein rechtwinkeliges Axenkreuz, im entgegengesetzten Falle ein ungleiches Neigungsverhältniss der Axen oder schiefwinkeliges Axenkreuz. Das Neigungsverhältniss kann auch ein allgemeines und ein besonderes sein. Gestalten, bei denen sich die Axen unter rechten Winkeln schneiden, nennt man orthometrische, bei denen dagegen keine Rechtwinkeligkeit der Haupt-Axen obwaltet, klinometrische.

Das Zahlenverhältniss der Axen im allgemeinen ist ein gleiches und ungleiches, im besonderen betrachtet gibt es nur drei axige oder vier axige Gestalten, jene heissen trimetrische, diese tetrametrische Gestalten. —

§. 38.

Eintheilung der Axen.

Bei der wissenschaftlichen Betrachtung der Krystallformen pflegt man dieselben in einer solchen Stellung zu denken, dass eine der Axen vertikal ist. Diejenige Axe nun, nach welcher diese aufrechte Stellung einer Krystallform bestimmt wird, nennt man Hauptaxe. Wenn man bei der aufrechten Stellung die Begrenzungselemente des Krystallkörpers betrachtet, so sind alle gleichnamigen isoparametrisch, d. h. ihre Parameter sind gleich gross, zum Horizonte gleich geneigt und nur der Lage nach verschieden. Die anderen Axen nun, welche bei der aufrechten Stellung nicht vertikal liegen, nennt man dann Nebenaxen.

Andere Krystallographen nennen auch die Hauptaxe Längenaxe, Hauptdimension; die Nebenaxe dagegen Queraxe oder Seitendimension.

Eine fernere Eintheilung der Axen erfliesst aus dem

Prinzip, je nachdem die Axen die Mitte zweier Gegenflächen, Gegenkanten, oder zwei Gegenecke vereinigen, in Flächen-, Kanten- und Ecken-Axen.

Besonders für den Krystallographen wichtig ist die Eintheilung der Axen nach Figuren-Reihen, zu welchen ihre Verbindungs-Elemente gehören. Man nennt sie System-Axen und zwar:

a) trigonale, hexagonale oder rhomboëdrische Axen, wenn sie solche Begränzungselemente verbinden.

b) tetragonale, quadratische oder pyramidale Axen, wenn sie derartige Begränzungselemente verbinden.

c) hemipyramidale Axen, wenn nur der Mittelquerschnitt eine Figur der tetragonalen Reihe ist oder welche gegen beide Endpunkte in gleicher Distanz vom Centrum quergeschnitten Figuren geben, die sich zur Symmetrie einer tetragonalen Figur ergänzen.

d) rhombische, prismatische Axen, wenn sie rhombische Begränzungselemente verbinden.

e) hemirhombische oder hemiprismatische Axen, wenn nur der Mittelquerschnitt eine Figur der rhombischen Reihe ist oder die von beiden Hälften der Axe gleich weit entfernten Querschnitte sich zu einer rhombischen Symmetrie ergänzen.

f) klinorhombische oder augitische Axen (nach Mohs hemiprismatische), welche solche Begränzungselemente verbinden, deren Querschnitte gleichschenklige Dreiecke, basische Schnitte jedoch Rhomben geben.

g) rhomboidische oder anorthische Axen, deren Querschnitte Skalene, basische Schnitte dagegen Rhomboide sind. —

§. 39.

Hauptaxen-Argumente.

Für die Wahl der Hauptaxe sind sehr bestimmte Argumente gegeben, welche von dem Grössen- und Neigungsverhältnisse abhängen und zwar:

Argument 1. Wo sich alle drei Axen in jeder Hinsicht (im Grössen und Neigungsverhältniss) gleich, somit gleichwerthig sind, da hat auch jede gleiches Recht, jede ist eine Hauptaxe, da gibt es also auch drei, absolut gleichwerthige Hauptaxen und der Krystall kann nach drei Richtungen aufrecht stehen.

Diess ist der Fall bei allen isometrischen Gestalten, welche vielaxige genannt werden.

Argument 2. Wo die eine der Axen (ob drei oder vier) sich durch ihre Grösse oder Neigung von den übrigen isolirt, da ist sie jederzeit, somit absolut die Hauptaxe, wie diess bei den monodimetrischen und tetrametrischen Gestalten der Fall ist, welche auch absolut einaxige genannt werden.

Argument 3. Wo alle drei Axen ungleich d. h. ungleich lang, rechtwinklich oder schiefwinklig sind, da kann jede beliebige zur Hauptaxe gewählt, muss jedoch die einmahl gewählte consequent als solche beibehalten werden, da gibt es also eine relative Hauptaxe. Diess ist der Fall bei den heterometrischen Gestalten, welche auch relativ einaxige genannt werden.

Wir haben somit für die absoluten d. h. die durch das Grössen- oder Neigungs-Verhältniss bestimmten Axen das Argument 1 und 2; für die relativen d. h. geometrisch willkührlichen das Argument 3.

§. 40.

Eintheilung der Krystallgestalten.

Nach dem Vorausgeschickten lassen sich die Krystallgestalten folgendermassen eintheilen:

I. Nach der Zahl und dem Neigungsverhältnisse der Coordinat-Ebenen oder, was gleichgiltig ist, der Coordinat-Axen:

A. Trimetrische (dreigliedrige) Gestalten, solche, deren Symmetrie-Verhältnisse ein dreizähliges Axensystem zulassen.

a. Orthometrische (geradgliedrige) Gestalten,
solche, deren Axen sich unter rechten Winkeln schneiden.

1. *Isometrische (gleichgliedrige) Gestalten,* die drei Axen sind einander gleich, z. B. beim Oktaëder.

2. *Monodimetrische (ein- und zweigliedrige) Gestalten,* zwei Axen sind gleich die dritte isolirt sich als ungleiche z. B. bei der tetragonalen Pyramide.

3. *Anisometrische (ungleichgliedrige) Gestalten,* alle drei Axen sind ungleich, z. B. bei der rhombischen Pyramide.

b. Klinometrische (geneigtgliedrige) Gestalten,
solche, deren Axen nicht lauter rechte, sondern wenigstens einen schiefen Winkel bilden, die Axen sind meist jederzeit ungleich.

4. *Monoklinometrische (einmal geneigtgliedrige) Gestalten,* zwei Axen schneiden sich unter einem rechten Winkel, die dritte steht schief auf den anderen, z. B. das Hemiorthotyp.

5. *Diklinometrische (zweimal geneigtgliedrige) Gestalten,* solche, deren zwei Axen sich unter schiefen Winkeln schneiden, die dritte bildet einen rechten Winkel, z. B. das Hemianorthotyp.

6. *Triklinometrische (dreimal geneigtgliedrige) Gestalten,* alle drei Axen schneiden sich unter schiefen Winkeln, z. B. das Anorthotyp.

B. Tetrametrische (viergliedrige) Gestalten,
solche, deren Symmetrieverhältnisse ein vierzähliges Axensystem zulassen, drei der Axen schneiden sich in einer Ebene unter 60° , die vierte steht auf ihnen senkrecht oder mit einem anderen Worte normal.

7. *Monotrimetrische (ein und dreigliedrige) Gestalten,* die drei in einer Ebene befindlichen Axen sind sich gleich, die vierte ist ungleich, z. B. die hexagonale Pyramide.

H. Nach den Hauptaxen-Argumenten:

A. Vielaxige Gestalten.

Argument 1. §. 39.

1. Isometrische Gestalten. Alle drei Axen Hauptaxen.

B. Einaxige Gestalten.

Eine Axe als Hauptaxe.

a. absolut einaxige,

mit absoluter Hauptaxe. Argument 2.

2. Monodimetrische Gestalten, drei Axen.

3. Monotrimetrische Gestalten, vier Axen.

b. relativ einaxige,

mit relativer Hauptaxe, Argument 3.

4. Anisometrische Gestalten, alle drei Axen rechtwinkelig.

5. Monoklinometrische Gestalten, zwei Axen rechtwinkelig, die dritte schief.

6. Diklinometrische Gestalten, zwei Axen schiefwinkelig, die dritte normal.

7. Triklinometrische Gestalten, alle drei Axen schiefwinkelig.

§. 41.

Stellung der Gestalten.

Eine Gestalt befindet sich in aufrechter oder vertikaler Stellung, wenn ihre Hauptaxe oder eine ihrer Hauptaxen senkrecht vor dem Beobachter steht. Eine Gestalt befindet sich in liegender oder horizontaler Stellung, wenn ihre Hauptaxe wagrecht vor dem Beobachter steht. Eine Gestalt befindet sich in ihrer Normal-Stellung, wenn sie vertikal oder horizontal gestellt mit einer ihrer Axen gegen den Beobachter gerichtet ist. Somit kann eine Gestalt so oftmals normal gestellt werden, als sie Neben- oder horizontale Axen besitzt.

Man kann eine Gestalt aus einer Normalstellung in die andere bringen, wenn man sie um ihre vertikale Axe so weit dreht, bis die nächste Nebenaxe oder horizontale Hauptaxe auf den Beobachter gerichtet wird. Man unterscheidet diese beiden Normal-Stellungen durch die Namen der ersten und zweiten Normalstellung. Ist bei einer aufrechten Gestalt die Mitte der Mittelkante gegen den Beobachter gerichtet, so nennt man diese Stellung eine *verwendete* oder *diagonale*. Ist bei einer aufrechten Gestalt ein anderer Punkt (als der Mittel- oder End-Punkt) der Mittelkante gegen den Beobachter gerichtet, so nennt man diese Stellung eine *excentrische*. Die erste und zweite Normalstellung nennen auch einige Krystallographen die Stellung erster Art oder der Hauptreihe, die zweite Normalstellung heisst auch oft *Gegenstellung*; die diagonale Stellung nennen einige die Stellung der *Zwischenreihe* oder der zweiten Art, die *excentrische* heisst auch Stellung dritter Art oder der *Nebenreihe*. — Zwei gleiche Gestalten sind in *paralleler Stellung*, wenn die Axen der einen den gleichnamigen Axen der andern parallel laufen.

§. 42.

Krystallsysteme.

Der Grundcharakter eines Systems von Gestalten ist das ihnen entsprechende *Zahlen-, allgemeine Neigungs- und allgemeine Grössen-Verhältniss* der Axen.

Basis eines Axensystems heisst die durch die Nebenaxen gelegte Ebene, deren Figur durch die Endpunkte dieser Nebenaxen bestimmt wird.

Horizontale Projection oder *wagrechtlicher Auf- riss* eines Axensystems ist diejenige Figur, welche bei der aufrechten Stellung einer Gestalt durch die von den äussersten Begrenzungselementen der Basis gefällten senkrechten Linien in Punkten angedeutet wird, somit ist die *horizontale Projection* stets gleich der *Basis*.

Die Perpendiculäre Projection oder der senkrechte Aufriss eines Axensystems ist wieder identisch der ihr parallel laufenden Coordinat-Ebene oder dem vertikalen Hauptschnitte.

Durch die bisherigen Betrachtungen sollte der Begriff des Krystallsystems vorbereitet werden. Die Gesamtheit der bis jetzt bekannten Krystallformen gruppirt sich nämlich nach gewissen sehr ausgezeichneten Verschiedenheiten ihrer Gestaltungsgesetze in sieben verschiedene Abtheilungen, welche Krystallssysteme genannt worden sind. Die Verschiedenheit der ihnen zu Grunde liegenden Gestaltungsgesetze lässt sich aber auf gewisse Verschiedenheiten ihrer Axensysteme zurückführen, und daher der Begriff des Krystallsystems folgendermassen aussprechen:

Ein Krystallsystem ist der Inbegriff aller derjenigen Gestalten, welche bei gleicher Zahl und gleichem allgemeinen Neigungsverhältnisse der Coordinat-Ebenen, dasselbe allgemeine Grössenverhältniss der Axen besitzen.

Wenn man nach §. 40 die Eintheilung aller Krystallgestalten berücksichtigt, so gelangt man auf folgende Übersicht der bis jetzt nachgewiesenen Krystallssysteme.

A. Trimetrische.

a. Orthoëdrische.

- I. Isometrisches oder tesserales System.*
- II. Monodimetrisches oder tetragonales System.*
- III. Anisometrisches oder rhombisches System.*

b. Klinoëdrische.

- IV. Monoklinoëdrisches oder klinorhombisches System.*
- V. Diklinoëdrisches oder diklinorhombisches System.*

VI. Triklinoëdrisches oder klinorhomboidisches System.

B. Tetrametrische.

VII. Monotrimetrisches oder hexagonales System.

§. 43.

I. Das tesserale Krystallsystem

(von τέσσαρα vier, Würfel) Nauman; Breithaupt.

Synonyme:

Das tessularische System; Werner; Mohs; Haidinger.

Das reguläre System; das gleichgliedrige, das sphäroëdrische; Weiss.

Das isometrische, gleichaxige System; Hausmann.

Das vielaxige System; Naumann (als vielaxige tesserale Körper).

Hlacenstvo kostkové oder hlatní soustava Krychlová; Böhmisch.

Geometrischer Grundcharakter:

Drei gleiche Axen, die Coordinat-Ebenen, bilden rechte Winkel, horizontale Projection und die beiden vertikalen Aufrisse vollkommen gleich und geben eine Figur der tetragonalen Reihe. Axenargument. 1.

Nach dem tesseralen Krystallsystem krystallisiren folgende Mineralien:

Arsenikblüthe, Alaun, Salmiak, Steinsalz, Würfelerz, Chlorsilber, Flusspath, Borazit, Analzim, Sodalit, Leuzit, Spinell, Helvin, Granat, Kieselwismuth, Automolith, Rothkupfererz, Iserin, Franklinit, Chromeisenerz, Magneteisenerz, Eisen, Platin, Gold, Kupfer, Merkur, Amalgam, Sil-

ber, Bleiglanz, Silberglanz, Fahlerz, Buntkupfererz, Pyrit, Glanzkobalt, Speisskobalt, Kobaltkies, Nickelglanz, Manganblende, Blende, Diamant.

Von künstlichen Verbindungen oder Elementen krystallisiren tesseral:

Phosphor, Kalium, Natrium, Magnesium, Titan, Cadmium, Blei, Palladium, Iridium, Kaliumamalgam, Ammonium-Amalgam, Zinn-Amalgam, Cadmium-Amalgam, Silber-Amalgam, Goldsilber, Iridiumplatin, Nickeloxydul, Antimonoxyd, Kupferoxydul, Schwefelkupfer, Kupferchlorür, Schwefelmangan, Schwefelantimon-Schwefelnatrium, oder Schlippe'sches Salz, Jod-, Brom- und Cyan-Ammonium, Chlorkalium, Bromkalium, Jodkalium, Fluorkalium, Cyankalium, Jodnatrium, Bromnatrium, Fluornatrium, Chlorlithion, Chloruran, Jodzink, Bromsilber, Cyanzink-Cyankalium, Cyankadmium-Cyankalium, Cyanquecksilber-Cyankalium, Cyansilber-Cyankalium, die Doppelsalze von Chlorammonium oder Chlorkalium mit Zinn- Platin-, Palladium-, Iridium- oder Osmium-Chlorid, und die entsprechenden Brom- und Jod-Verbindungen, Boraxsaures Natron, Chlorsaures und Bromsaures Natron, Salpetersaurer Baryt, Salpetersaurer Strontian, Salpetersaures Bleioxyd, Chlorsaures Nickeloxydul, Chlorsaures Kupferoxyd, Bromsaures Nickeloxydul, Bromsaures Zinkoxyd, Bromsaure Magnesia, Chromalaun, Kampfer, Essigsaures Uranoxyd-Natron.

§. 44.

II. Das tetragonale Krystallsystem

(von *τετρά* vier und *γωνία* Winkel) Naum. Breith.

Synonyme:

Das pyramidale System; Mohs. Haid.

Das quadratitsche System, das viergliedrige oder zwei- und einaxige; Weiss.

Das monodimetrische System; Hausmann.

Das einaxig-quadratische System; Glocker.
Hlacenství čtverostejné oder jehlancový; Böhm.

Geometrischer Grundcharakter:

Drei Axen, zwei gleich, die dritte ungleich, die Coordinat-Ebenen bilden rechte Winkel, die horizontale Projektion, eine Figur der tetragonalen Reihe und die beiden vertikalen Aufrisse geben Figuren der rhombischen Reihe.
Axenargument 2.

Nach dem tetragonalen Krystallsystem krystallisiren die Mineralien:

Uranglimmer, Chlormercur, Gelbbleierz, Scheelbleierz, Scheelit, Apophyllit, Gehlenit, Melilith, Skapolith, Zirkon, Vesuvian, Fergusonit, Anatas, Rutil, Zinnerz, Hausmannit, Blättertellur, Kupferkies.

Von künstlichen Verbindungen krystallisiren tetragonal folgende:

Strontianhydrat, Barythydrat, Zweifach Schwefel-Wismuth, Drittel-Arseniknickel (krystallisirte Kobaltspeise), Calomel, Quecksilberjodid (nur die rothe Modifikation), Kupferchlorid-Chlorkalium, Kupferchlorid-Chlorammonium, Phosphorsaures Kali, Phosphorsaures Ammoniumoxyd, Arsensaures Kali, Arsensaures Ammoniumoxyd, Schwefelsaures Nickeloxydul, Selsensaures Nickeloxydul, Selsensaures Zinkoxyd, Schwefelsaures Silberoxyd-Ammoniak, Selsensaures Silberoxyd-Ammoniak, Chromsaures Silberoxyd-Ammoniak, Parasulfat-Ammon; unter den organischen Verbindungen: Quecksilbercyanid, Ferrocyan-kalium (Blutlaugensalz), Ferrocyanammonium, Honigsteinsauere Thonerde, Ameisensaurer Strontian, Essigsauere Kupferoxyd-Kalkerde, Essigsaueres Uranoxyd-Kali, Essigsaueres Uranoxyd-Silberoxyd, Hämatoxylin.

§. 45.

III. Das rhombische Krystallsystem

(von ῥόμβος, Raute). Naum. Breith.

Synonyme:

Das prismatische System; Mohs. Haid.

Das orthotype System; Mohs.

Das zweigliedrige oder das zwei- und zweigliedrige, oder das ein- und einaxige System; Weiss.

Das trimetrische oder anisometrische System; Hausmann.

Das ortho-rhombische System; Glocker.

Hlacenství přímotvarý; Böhm.

Geometrischer Grundcharakter:

Drei ungleiche Axen, die Coordinat-Ebenen bilden rechte Winkel, die horizontale Projection und die beiden vertikalen Aufrisse sind Figuren der rhombischen Reihe, Axenargument. 3.

Nach dem rhombischen Krystallsysteme krystallisiren folgende Mineralien:

Thermonatrit, Polyhalit, Bittersalz, Mascagnin, Kalisalpeter, Kalisulphat, Zinkvitriol, Libethenit, Atakamit, Lirokonit, Euchroit, Olivenit, Skorodit, Bleisulphat, Bleicarbonat, Aragonit, Strontianit, Witherit, Kryolith, Cölestin, Baryt, Anhydrit, Wawellit, Lazulith, Anthophyllit, Prehnit, Natrolith, Phyllipsit, Desmin, Harmotom (?), Petalit (?), Spodumen, Saussurit (?), Chiasmolith, Andalusit, Topas, Chrysoberyll, Cordierit, Chrysolith, Staurolith, Hypersthen (?), Zinksilicat, Amblygonit, Liëvrit, Allanit, Tantalit, Polymignit, Brauneisenerz, Mangannit, Pyrolusit, Antimonoxyd, Schrifterz, Jamesonit, Antimonglanz, Bournonit, Kupferglanz, Melanglanz, Schilf-

glaserz, Nadelierz, Wismuthglanz, Antimonsilber, Arsen-
eisen, Arsenkies, Markasit, Auripigment, Schwefel.

Von den vielen künstlichen Verbindungen, welche im
rhombischen System krystallisiren, mögen hier Folgende
als die wichtigsten genannt werden: Schwefel aus Auf-
lösungen, Jod, Bleioxyd, Quecksilberjodid, Sublimat,
(Quecksilberchlorid), Chlorbaryum, wasserhaltiges Brom-
baryum, selensaures Kali, chromsaures Kali, mangan-
saures Kali, schwefelsaures Ammoniumoxyd, salpetersau-
res Ammoniumoxyd, unterschwefelsaurer Baryt, zweifach
kohlensaures Ammoniumoxyd, selensaures Natron, schwe-
felsaures Silberoxyd, selensaures Silberoxyd, überman-
gansaurer Baryt, überchlorsaures Kali, übermangan-
saures Kali, überchlorsaures Ammoniumoxyd, über-
mangansaures Ammoniumoxyd, phosphorsaures Natron,
arseniksaures Natron, schwefelsaures Nickeloxydul (Ni-
ckelvitriol), selensaure Magnesia, chromsaure Magnesia,
salpetersaures Uranoxyd, salpetersaures Silberoxyd.
Von organischen Verbindungen: Citronensäure, zweifach
äpfelsaures Ammoniumoxyd, zweifach äpfelsaurer Kalk,
ameisensaurer Baryt, oxalsaures Ammoniumoxyd, zwei-
fach oxalsaures Ammoniumoxyd, Weinstein, zweifach
weinsaures Ammoniumoxyd, Seignettsalz, weinsaures Na-
tron-Ammoniumoxyd, Brechweinstein, weinsaures Anti-
monoxyd-Ammoniumoxyd, Codein.

§. 46.

IV. Das klinorhombische Krystallsystem

(von κλινος geneigt und ρομβος Raute) Glocker.

Synonyme:

Das hemiprismatische oder das hemiortho-
type System Mohs.

Das augitische System (zum Theil) Haid.

Das monoklinoëdrische System; Naum.

Das zwei- und eingliedrige oder das dyhenoëdrische System; Weiss.

Das monoklinometrische System; Breith. Naum.

Das hemirhombische System Breith.

Hlacenstvo jednoklonnoplaché oder jednoklonný; Böhm.

Geometrischer Grundcharakter:

Drei meist ungleiche Axen, (sie können auch möglicher Weise gleich lang oder zwei derselben gleich lang sein), die Coordinat-Ebenen bilden zwei rechte und einen schiefen Winkel, die horizontale Projektion und der orthodiagonale Hauptschnitt ein Rhombus, der klinodiagonale Hauptschnitt ein Rhomboid, Axenargument 3.

Nach dem Klinorhombischen Krystallsysteme krystallisiren die Mineralien:

Natron, Tinkal, Trona, Glaubersalz, Gaylüssit, Glauberit, Kobaltvitriol, Eisenvitriol, Phosphorchalcit, Malachit, Kupferlasur, Vivianit, Kobaltblüthe, Rothbleierz, Leadhillit, Gyps, Skolezit, Laumontit, Stilbit, Brewsterit, Datholith, Orthoklas, Sanidin, Chondroit, Euklas, Epidot, Amphibol, Pyroxen, Bronzit, Kaliglimmer Kieselmann (?), Gadolinit, Wolfram, Columbit, Sphen, Antimonblende, Miargyrit, Realgar.

Nach dem Klinorhombischen System krystallisiren die künstlichen Verbindungen von:

Schwefel (durch Schmelzen und Abkühlen), Eisenchlorür; wasserhaltiges Chlornatrium, Bromnatrium, Jodnatrium und Chlorlithium; Zweifach kohlen-saures Kali zweifach kohlen-saures Ammoniumoxyd, kohlen-saure Magnesia, chlors-aures Kali, chlorsaurer Baryt, phosphors-aures Ammoniumoxyd, arseniks-aures Ammoniumoxyd, phosphors-aures Natron, arseniks-aures Natron, phosphor-

saures Natron-Kali, arseniksaures Natron-Kali, phosphorsaures Natron-Ammoniumoxyd, arseniksaures Natron-Ammoniumoxyd, zweifach-schwefelsaures Kali, chromsaures Natron, schwefelsaures Cadmiumoxyd, schwefelsaures Kupferoxyd, schwefelsaures Nickeloxydul, die ganze Gruppe der Doppelsalze, welche entstehet durch die Verbindungen der neutralen schwefelsauren Salze von Magnesia, Manganoxydul, Zinkoxyd, Cadmiumoxyd, Eisenoxydul, Kobaltoxydul, Nickeloxydul, Kupferoxyd, mit schwefelsaurem Kali oder Ammoniumoxyd und sechs Atomen Wasser; unterschwefligsaures Natron, salpetersaurer Strontian; von den organischen Substanzen: Oxalsäure, Weinsäure, essigsäures Natron, essigsäures Zinkoxyd, Grünspan, Bleizucker, essigsaurer Baryt, ameisensaures Kupferoxyd, ameisensaures Cadmiumoxyd; die oxalsauren Doppelsalze von Eisenoxyd, Chromoxyd, oder Thonerde und Kali oder Ammoniumoxyd; neutrales weinsaures Kali, neutrales weinsaures Ammoniumoxyd, Ferridcyankalium, Ferridcyanammonium, Kalium-Kobalt-Cyanid, Kalium-Mangan-Cyanid, Kalium-Chrom-Cyanid, Zucker (Rohr- und Rübenzucker), Taurin, Asparagin, Piperin.

§. 47.

Glocker hat noch ein 8. Krystallsystem halb zur Geltung gebracht, welches hier einzuschalten wäre, er nennt es das Umgekehrt-Klinorhombische Krystallsystem; Weiss hat es unter dem Namen des gewendeten zwei und eingliedrigen Systems erwähnt. Obgleich man noch nicht apodictisch aburtheilen kann, ob dieses System sich nach genaueren Messungen und Beobachtungen behaupten wird, so deutet doch der Name dieses Systemes auf eine Aehnlichkeit mit dem Klinorhombischen Krystallsysteme, indem nemlich seine Formen denen des letzteren entsprechen, wenn man diesen eine andere Stellung gibt. Denn stellt man eine Gestalt des klinorhombischen Axensystemes so, dass

die Orthodiagonale (gegen das Axenargument) zur Hauptaxe wird und senkrecht steht, so bilden dann die Hauptaxe und die andere Klinodiagonale die beiden Nebenaxen, es entsteht eine umgekehrt klinorhombische Form und das Ganze erscheint bis jetzt als eine eigene Betrachtungsweise.

§. 48.

V. Das diklinorhombische Krystallsystem

(von *δύς* zwei Mal, *κλινος* geneigt und *ῥομβος* Raute);
Glocker.

Synonyme:

Das hemianorthotype System; Mohs.

Das augitische System; (zum Theil.) Haid.

Das diklinoëdrische System; Naum-Kobell.

Das Mitscherlich'sche System; Naum.

Hlacenstvo dvojklonnoploché oder dvojklonný; Böhm.

Geometrischer Grundcharakter:

Drei meist ungleiche Axen, (welche möglicher Weise auch unter sich gleich sein könnten) die Coordinat-Ebenen bilden zwei schiefe und einen rechten Winkel, die horizontale Projection ein Rhombus, die zwei vertikalen Projectionen Rhomboide, Axenargument 3.

Nach dem diklinorhombischen Krystallsysteme krystallisiren sehr wenige Mineralien. Mitscherlich entdeckte es an einer künstlichen Verbindung, dem krystallisirten unterschwefligsauren Kalke. Bis jetzt sind bekannt als diklinorhombische Mineralien: Periklin, Oligoklas.

§. 49.

VI. Das klinorhomboidische Krystallsystem

(von κλινος geneigt und ρομβοειδος wie ein Rhombus gestaltet) Glocker.

Synonyme:

Das tetartoprismatische, oder das anorthotype System; Mohs.

Das anorthische System; Haid.

Das triklinometrische oder triklinoëdrische System; Naum. Kobell.

Das ein- und eingliedrige oder das henoëdrische System. Weiss.

Das trimetrische System; Hausmann.

Das eingliedrige System; Köhler.

Das tetartorhombische System; Breith.

Hlacenstvo trojklonnoplochë oder trojklonný; Böhm.

Geometrischer Grundcharakter:

Drei ungleiche Axen, die Coordinat-Ebenen bilden schiefe Winkel, alle Projectionen sind Rhomboide, Axenargument 3.

Nach dem klinorhomboidischen Krystallsysteme krystallisiren die Mineralien:

Sassolin, Kupfervitriol, Schillerspath, Albit, Anorthit, Labrador, Axinit, Babingtonit, Lithionglimmer (?), Pyralolith, Disthen (?), Wollastonit (?) und die künstlichen Verbindungen: selensaures Kupferoxyd, schwefelsaures Manganoxydul, zweifach chromsaures Kali, zweifach chromsaures Silberoxyd, unter den organischen: Traubensäure, Gallussäure, bernsteinsaures Natron, vierfach oxalsaures Kali und das entsprechende Ammoniumoxydsalz.

§. 50.

VII. Das hexagonale Krystallsystem

(von ἑξ sechs und γωνιον Winkel) Naumann.

Synonyme:**Das monotrimetrische System; Hausmann, Naum.****Das rhomboëdrische System; Mohs. Haid.****Das sechsgliedrige oder das drei- und dreigliedrige System oder das drei- und einaxige System; Weiss.****Das dihexaëdrisch-rhomboëdrische System; Glocker.****Hlacenstvo šesterečné oder klenčový; Böhm.****Geometrischer Grundcharakter:**

Vier Axen, drei gleich, die vierte ungleich; drei Coordinat-Ebenen schneiden sich in einer Linie unter Winkeln von 60° , die vierte ist auf ihnen rechtwinkelig, horizontale Projection eine Figur der hexagonalen Reihe, die vertikalen Aufrisse Figuren der rhombischen Reihe, Axenargument 2.

Nach dem hexagonalen Krystallsysteme krystallisiren die Mineralien:

Das Eis, Natronsalpeter, Kupferglimmer, Bleiniere, Pyromorphit, Mimetesit, Galmei, Manganspath, Eisenspath, Talkspath, Braunspath, Kalkspath, Apatit, Alunit, Quarz, Korund, Talk, Phakolith, Chabasit, Gmelinit, Nephelin, Beryll, Phenakit, Turmalin, Magnesiaglimmer, Chloromelan, Cerit, Dioptas, Rothzinkerz, Rotheisenerz, Titaneisenerz, Wismuth, Antimon, Arsen, Tellur, Tellurwismuth, Eugenglanz, Molybdänglanz, Magnetkies, Rothnickelkies,

Silberblende, Zinnober, Graphit. Von den künstlich erzeugten Verbindungen krystallisiren hexogonal:

Zink, Osmium-Iridium, Zinkoxyd, Bleisuperoxyd, Chromoxyd, Magnesiahydrat; die Verbindungen von Platinchlorid mit Chlormagnesium, Mangan, Zink, Eisen, Kupfer, Nickel, oder Kobalt; Platinbromid-Bromzink, salpetersaures Natron, schwefelsaures Natron-Lithion, unterschwefelsaurer Strontian, unterschwefelsaurer Kalk, unterschwefelsaures Bleioxyd, arseniksaures Bleioxyd, arseniksaurer Kalk, phosphorsaures Bleioxyd, Chlorblei, Fluorblei, Chlorcalcium; von den Verbindungen der organischen Chemie sind hervorzuheben: Ferrocyanammonium-Chlorammonium, Ferrocyanammonium-Bromammonium, Ferrocyankaliumbaryum, die Verbindungen von Traubenzucker (Stärke- oder Harnzucker) mit Chlornatrium, Aldehyd-Ammoniak.

§. 51.

Einfache und zusammengesetzte Formen; Partialformen.

Zwei oder mehrere Flächen, welche um ein und dasselbe Axensystem gegeben sind, heissen *isoparametrisch*, wenn ihre, in gleichwerthigen Axen gelegenen, Parameter gleich gross und nur der Richtung nach verschieden sind.

Jede einzelne oder besondere Krystallform ist nun ein Inbegriff von lauter isoparametrischen Flächen, und es ist in der Folge bei dem Worte *Form* oder *Gestalt* lediglich ein solcher Inbegriff zu denken, welche Bestimmungen auch ausserdem noch hinzutreten mögen.

Eine *einfache Form* ist diejenige, deren Flächen alle gleich und ähnlich sind; eine *zusammengesetzte Form* dagegen diejenige, deren Flächen zwar isoparametrisch, aber nicht alle gleich und ähnlich sind. Diese

letzteren Formen finden sich bloss in den klinoëdrischen Krystallsystemen.

Vermöge der verschiedenen Figur und Grösse ihrer Flächen zerfallen die zusammengesetzten Formen entweder in zwei oder in vier Theilgestalten oder Partialformen, indem man unter einer Theilgestalt den Inbegriff aller gleichwerthigen Flächen einer zusammengesetzten Form versteht. Dergleichen Partialformen bestehen entweder aus zwei Gegenflächenpaaren, oder aus zwei einzelnen Gegenflächen, welche sich nicht nur durch dieselbe Lage, Figur und Grösse, sondern auch durch dieselbe physische Beschaffenheit (Art und Stärke des Glanzes, Glätte oder Rauheit und dergleichen) als znsammengehörige oder correlate Flächen zu erkennen geben. Die Partialformen sind immer offene Formen.

§. 52.

Holoëdrie, Hemiëdrie, Tetartoëdrie.

Eine holoëdrische Form (von ὅλος ganz und ἔδρα Grundlage) auch homoëdrische, pantoëdrische Form oder nach den Krystallsystemen: plenotesserale, plenotetragonale etc. Form, ein Vollflächner, oder eine vollzählig ausgebildete Form (Tvar plnoplochý) ist der vollzählige Inbegriff sämtlicher Flächen, welche rings um ein vollständig bestimmtes Axensystem für ein gegebenes Parameter-Verhältniss möglich sind. Sie besitzt jedenfalls Flächenparallelismus d. h. für eine jede einzelne ihrer Flächen ist eine Gegenfläche vorhanden.

Eine hemiedrische Form (von ἡμι halb), ein Halbflächner oder eine halbzählig ausgebildete Form (hemitesserale, hemitetragonale Form) (Tvar poloplochý) ist die symmetrisch vertheilte Hälfte sämtlicher Flächen, welche rings um ein vollständig bestimmtes Axensystem für ein gegebenes Parameter-Verhältniss möglich sind.

Eine tetartoëdrische Form (von *τέταρτος* der vierte Theil) ein Viertelflächner oder eine viertelzählig ausgebildete Form (Tvar čtveroplochý) ist das symmetrisch vertheilte Viertel sämtlicher Flächen, welche rings um ein vollständig bestimmtes Axensystem für ein gegebenes Parameter - Verhältniss möglich sind.

Die hemiëdrischen und tetartoëdrischen Formen lassen sich daher gewissermassen als die Hälfte und Viertel derjenigen holoëdrischen Formen betrachten, welche die vollzähligen Inbegriffe derselben isoparametrischen Flächen darstellen, und aus welchen, als ihren Stammformen, sie durch das Verschwinden der halben oder Dreiviertel-Flächenzahl abzuleiten sind oder resultiren. Mohs nennt diese Darstellung die Zerlegung. Man sagt dann, die Stammform erscheine hemiëdrisch oder tetartoëdrisch, und bezeichnet das Erscheinen dieses Verhältnisses selbst mit dem Namen Hemiëdrie oder Tetartoëdrie.

Die Tetartoëdrie ist somit eine Hemiëdrie der hemiëdrischen Formen.

Die Hemiëdrie im allgemeinen kann sowohl bei den einfachen als bei den zusammengesetzten Formen Statt finden; ja bei den zusammengesetzten Formen ist sie ein, durch die verschiedene Beschaffenheit der Partialformen nothwendig und in eigenthümlicher Weise herbeigeführtes, daher auch fast jederzeit Statt findendes, Verhältniss. Aber auch in den einfachen Formen spielt die Hemiëdrie nicht selten eine wichtige Rolle, und da in der Beschaffenheit dieser Formen keine Disposition zu einer solchen Entzweiung hervortritt, so sind über ihre Hemiëdrie folgende Gesetze ausgesprochen:

Es kann die Hemiëdrie nach einzelnen Flächen, als auch nach Flächensystemen eintreten, d. h. es kann an einer holoëdrischen Gestalt nicht nur die Hälfte der einzelnen Flächen, sondern auch, wenn anders

Flächensysteme vorhanden sind, die Hälfte dieser Flächensysteme verschwinden, während die andere Hälfte allein ausgebildet ist. Nur findet hierbei jedenfalls das Gesetz Statt, dass die bleibenden Flächen oder Flächensysteme eine ringsum symmetrische Vertheilung haben müssen; ein Gesetz, welches sich in den meisten Fällen auch folgendermassen aussprechen lässt:

- a) Für jede bleibende Fläche oder für jedes bleibende Flächensystem verschwinden die Neben- und bleiben die Nachbar-Flächen oder — Flächensysteme.
- b) Lässt sich das Prinzip der ringsum symmetrischen Vertheilung für die halbe Anzahl weder der einzelnen Flächen, noch der Flächensysteme nicht realisiren, so ist die betreffende Gestalt zur Hemiëdrie unfähig.

§. 53.

Parallelfächige und geneigtflächige Hemiëdrie, complementäre Formen.

Aus den, zu Ende des vorigen Paragraphes mitgetheilten, Gesetzen der Hemiëdrie folgt, dass, wenn man von irgend einer bleibenden oder verschwindenden Fläche, oder von einem dergleichen Flächensysteme ausgehend, durch die Reihe der Nebenflächen oder Nebensysteme fortzählt, alle geradzähligen Nebenflächen oder Nebensysteme dem gleichnamigen, alle ungeradezähligen dem ungleichnamigen Verhältnisse unterworfen sind. Ist also in der holoëdrischen Form die Gegenfläche einer bleibenden Fläche eine ungeradzählige in der Reihe der Nebenflächen, so wird solche verschwinden und die entstehende hemiëdrische Form nothwendig

des Flächen-Parallelismus ermangeln müssen. So kann also die Hemiëdrie auf Formen führen, welche gar keinen Flächenparallelismus besitzen, und sich dadurch auf den ersten Blick als nicht-holoëdrische Formen zu erkennen geben. Wenn aber die Gegenfläche jeder bleibenden Fläche eine geradzählige in der Reihe der Nebenflächen ist, so wird sie gleichfalls zurückbleiben, und folglich die hemiëdrische Form, eben so wohl wie ihre Stammform, mit Flächenparallelismus begabt sein. Ist z. B. vermöge des Principes der symmetrischen Vertheilung die Hemiëdrie nach einzelnen Flächen möglich, so ist für jede wachsende Fläche die 2., 4., 6., ... 2nte Nebenfläche eine wachsende, die 1., 3., 5., ... $(2n + 1)$ te eine verschwindende.

Nach dem Vorausgeschickten pflegt man die hemiëdrischen Formen in parallelfächige (tvarý row-noběznoplochě) und geneigtflächige (tvarý klonno-běznoplochě) Formen einzutheilen.

Weil übrigens eine jede einfache holoëdrische Form zwei, an sich völlig gleichwerthige und nur durch ihre gegenseitige Lage verschiedene, Flächenhälften hat, so wird sie auch zwei, rücksichtlich ihrer Begränzungselemente völlig gleiche und ähnliche, und nur durch ihre Stellung, oder auch durch ihre Verknüpfung dieser Begränzungselemente verschiedene hemiëdrische Formen liefern, welche man dieses Gegensatzes wegen hemiëdrische Gegenkörper, auch wohl, weil sie sich beide zur Stammform ergänzen, complementäre Formen oder hemiëdrische Complemente genannt hat.

§. 54.

Benennung der Krystallformen.

Die verschiedenen Ksystallformen müssen durch Benennungen unterschieden werden. Die Benennungen können willkührlich oder nach der gebräulichen Nomenclatur

in der Geometrie eingerichtet sein. Sollen jedoch die Benennungen angemessen sein, so dürfen sie weder der individuellen Willkühr, noch den verschiedenen Verhältnissen der Begrenzungsselemente, sondern einem durchgreifenden Verhältnisse oder einer Eigenschaft unterworfen werden, was natürlich grossen Schwierigkeiten unterliegt.

Beinahe ein jeder mit unabhängigen Forschungen beschäftigte Krystallograph schlug andere Namen vor. Mohs hat nach dem geometrischen Prinzipie der Aufzählung der Anzahl der Flächen Namen gebildet, welche zwar bezeichnend, als eigentliche Definitionen aber im Gebrauche ermüden. Weiss substituirte dem Numeriren die Multiplikazion und vereinfachte wesentlich die Nomenclatur, Raumer erleichterte denen der griechischen Sprache Unkundigen die Nomenclatur durch die deutsche Uibersetzung derselben, Haidinger wählte eine Nomenclatur, welche sich auf das Vorkommen der betreffenden Gestalten an irgend einer Mineralspezies, also auf eine Relation gründen und liess daher die Eigenschaften derselben unberücksichtigt. Glocker und andere sind von der Regel der Geometrie, die vielaxigen Formen nach der Zahl ihrer Flächen, die einaxigen nach andern Verhältnissen zu benennen, abgewichen und wollten eine gewisse Gleichförmigkeit in der Nomenclatur dadurch erzielen, dass sie auch die Formen der einaxigen Systeme nach der Zahl ihrer Flächen benannten. Allein im guten Willen konnten sie auch, wie die vorigen, den Inconsequenzen nicht ausweichen. Naumann hat sich bemühet, Logik in die Nomenclatur zu bringen, die Namen, wo möglich, abzukürzen und auf diese Weise die Nomenclatur zu befestigen.

Wir geben eine Uibersicht der allgemeinen Benennungen der Gestalten:

A Geschlossene Gestalten.

a. Holoëdrische Formen.

1. Von acht Flächen umschlossen, (die Mittelkanten in einer Ebene); vielaxig: *Octaëder*¹⁾ oder *Achtflächner* oder *Oktaid*; einaxig: *Pyramiden*, *Omistën* oder *Jehlanec*. Die krystallographischen Pyramiden stellen alle zwei in ihren Grundflächen verbundene Pyramiden der Geometrie vor.

2. Von zwölf Flächen umschlossen, bei den vielaxigen: *Dodekaëder*²⁾ oder *Zwölfflächner*, *Dvanáctistën*; bei den einaxigen: *Pyramide*.

3. Von sechszehn Dreiecken umschlossen, die Mittelkanten in einer Ebene: *Dipyramide*³⁾, *Doppelpyramide* (ditetragonale Pyramide etc.), bei vieraxigen Gestalten auch von vier und zwanzig Dreiecken umschlossen.

4. Von vier und zwanzig Flächen umschlossen und vielaxig: *Ikositetraëder*,⁴⁾ *Vierundzwanzigflächner* oder *Tetrakis-hexaëder*⁵⁾, *Viermal-sechsfächner* oder *Triakis-*⁶⁾ *Octaëder*, *Dreimalachtflächner*, *Dvacitičtyrstën*, *Čtyrykrátšestistën*, *Třikratosmistën*; einaxig: *Doppelpyramide* (Dihexagonale Pyramide).

5. Von acht und vierzig Flächen umschlossen: *Tetrakontaoktaëder*,⁷⁾ *Achtundvierzigflach* oder *Hexakis-Octaëder*, *Sechsmalachtflach*, *Čtyrycetiosmistën* oder *Šestkratomistën*.

6. Von sechs Flächen umschlossen, die Mittelkanten senkrecht: *Hexaëder*, *Sechsfächner*, *Hexaid*, *Šestistën*.

1) ὀκτα acht ἑδρα Grundlage. 2) δώδεκα zwölf. 3) δις zwei Mal. 4) εἴκοσι zwanzig, τέτρα vier. 5) κίς Mal, multipliziert und ἑξ sechs. 6) τρία drei. 7) τετρακοντος vierzig.

b. Hemiëdrische Formen.

7. Von sechs Flächen umschlossen, die ungebrochenen Mittelkanten im Zickzack: Rhomboëder, Rhombensechseck, Kleneč; die Mittelkanten in einer Ebene: Hemipyramide.

8. Von vier Flächen umschlossen, die Mittelkanten im Zickzack, bei vielaxigen: Tetraëder, Tetraid, Vierflächner, Čtyrstranník; bei den einaxigen Gestalten Sphenoid⁸⁾, Keilflächner, Klínotvar.

9. Von acht oder zwölf Flächen umschlossen, die ungebrochenen Mittelkanten im Zickzack, lauter einaxige Gestalten: Skalenoëder,⁹⁾ Doppelkeilflächner, Jinostranník; die gebrochenen Mittelkanten im Zickzack, einaxig: Trapezoëder, Trapezflächner, Kosotvar oder Licholožník; Mittelkanten in einer Ebene, einaxig: Halbdoppelpyramide.

10. Von zwölf Flächen umschlossen, lauter vielaxige Gestalten: Dodekaëder, Zwölfffläche, Dvanactistranník, auch Triakistetraëder, Dreimalvierfläch, Tříkratčtyrstranník.

11. Von vier und zwanzig Flächen umschlossen, vielaxig: Ikositetraeder, Vierundzwanzigflächner, Dvacitičtyrstranník oder Dyakisdodekaëder, Zweimalzwölffläch, Dvakratdvanactistranník.

c. Tetartoëdrische Formen.

12. Von sechs Flächen umschlossen, die gebrochenen Mittelkanten im Zickzack, einaxig: Plagieder¹⁰⁾, Schief-flächner, Lichostranník.

13. Von zwölf Flächen umschlossen, vielaxig: Tetartoëder, Viertelzahlflächner, Čtveroplochnik.

8) σφήν Keil. 9) σκαληνός ungleichseitig. 10) πλάγιος schief, schräg.

B Offene Gestalten.

14. Die Hauptaxe offen, Nebenaxen abgegränzt: Prisma, Säule, Hranol, Polyeder, Vieleck.

15. Die Hauptaxe begränzt, eine Nebenaxe abgegränzt: Doma,¹¹⁾ Dachflächner, Střechobok.

16. Die Hauptaxe begränzt, Nebenaxen unbegränzt: Dyoëder, Zweiflächner, Dvojstěn, Pina-koid,¹²⁾ Tafel.

§. 55.

Grundgestalt. Krystallreihe. Ableitung der Krystallformen.

Grundgestalt eines Systemes ist möglicher Weise eine jede, deren Flächen ein dem Grundcharakter entsprechendes endliches Verhältniss der Parameter haben.

Unter einer Krystallreihe versteht man den Inbegriff aller an einer und derselben Substanz (Mineral- oder chemische Verbindung) möglicherweise vorkommenden oder aus der vollständig bestimmten Grundgestalt ableitbaren Krystallformen. Die Formen einer Krystallreihe gehören nicht nur immer demselben Krystallsysteme an, sondern sie lassen auch noch einen weit in- nigeren gegenseitigen Zusammenhang darin erkennen, dass die gleichnamigen Parameter ihrer verschiedenen Flächen zu einander in rationalen Verhältnissen stehen.

Gesetzt also, eine Krystallreihe enthalte die verschiedenen Formen G, G', G'' u. s. w., so wird die Verschiedenheit dieser Formen wesentlich darin begründet sein, dass die Flächen der einzelnen verschiedene Lagen und folglich verschiedene Werthe der Parameter haben. Drü-

11) δῶμα Haus, Dach. 12) πίναξ, πίναξος Brett, Tafel.

ken wir diese Parameter allgemein durch

$$a : b : c = G$$

$$a' : b' : c' = G'$$

$$a'' : b'' : c'' = G''$$

u. s. w. aus, so würden wir, weil es ja (nach §. 34) lediglich auf das Verhältniss und keineswegs auf die absolute Grösse derselben ankommt, unter Zugrundelegung eines dieser Verhältnisse z. B. des Verhältnisses $a : b : c$, alle übrigen Verhältnisse dadurch ableiten können, dass wir, mit willkürlicher Beibehaltung eines der Parameter (z. B. des Parameters c) die beiden anderen mit gewissen Zahlen m und n multiplizieren, so dass

$$ma : n b : c = a' : b' : c'$$

$$m'a : n'b : c = a'' : b'' : c'' \text{ u. s. w. ist.}$$

Die so eingeführten Factoren m und n heissen die **Ableitungszahlen**, und es ist einleuchtend, dass diese Ableitung als eine bloss arithmetische Operation immer möglich sein muss.

Das Merkwürdige bei der Sache ist nun aber, wie bereits erwähnt wurde, dass die so gefundenen Ableitungszahlen jedenfalls rationale Zahlen sein müssen, irrationale Werthe derselben aber gänzlich ausgeschlossen sind. Dieses Naturgesetz der Krystallreihen, welches in der Abhängigkeit ihrer Formen von gewissen Zonenverhältnissen begründet zu sein scheint, wird dadurch noch merkwürdiger, dass die Ableitungszahlen auch meistentheils von sehr einfachem numerischen Ausdrücke sind, wie denn z. B. die Werthe $\frac{1}{2}$, 2 , 3 und ∞ am häufigsten vorzukommen pflegen. Auf diese einfache Ableitbarkeit der Parameter-Verhältnisse lässt sich nun auch eine eben so einfache Construction gründen, mittelst welcher sämtliche Formen einer und derselben Krystallreihe aus einer derselben, welche die Grundform genannt wird, entweder durch Umschreibung oder durch Einschreibung abgeleitet werden können. Man nennt diese Construction die **krytallographische Ableitung**, und hat allemal eine

solche Form zur Grundform zu wählen, deren Parameter-Verhältniss dem allgemeinen Grössenverhältnisse der Axen in dem betreffenden Krystallsysteme entspricht. Uibrigens wird diese auf die Parameter-Verhältnisse gegründete Ableitung zunächst nur für die holoëdrischen Formen geltend gemacht, eine jede hemiëdrische Form aber aus der betreffenden holoëdrischen Stammform durch Vergrösserung ihrer einen Flächenhälfte abgeleitet. Wie die Ableitung geschieht, ist im §. 52 a b auseinandergesetzt worden.

§. 56.

Bezeichnung und Berechnung der Krystallformen.

Allgemeines.

Die gegenseitige Ableitbarkeit aller Formen einer und derselben Krystallreihe begründet auch eine sehr einfache Bezeichnung der Krystallformen, welche nicht füglich entbehrt werden kann, sobald die Anzahl der in einer Krystallreihe beobachteten Formen etwas gross ist. Denn wenn z. B. in einer Krystallreihe 20 verschiedene Rhomboëder und 30 verschiedene Skalenoëder vorkommen, so würde eine bloss namentliche Unterscheidung derselben sehr schwerfällig werden und dabei immer noch jener Präcision ermangeln, welche erfordert wird, dafern alle Verwechslungen vermieden, zugleich aber auch die Elemente zu den nöthigsten Rechnungen geboten werden sollen. Bei diesen Anforderungen müssen wir sehr weit ausholen, und mathematische Lehrsätze ins Gedächtniss zurückrufen:

1. Das Quadrat der Hypotenuse ist gleich der Summe der Quadrate beider Katheten. In dem Dreiecke Tab. I. Fig. 13 ist a die Hypotenuse, b die kleine, c die grosse Kathete. — In den ähnlichen Dreiecken ADC und CDB gilt das Verhältniss $a : c = c : BD$ oder $a \cdot BD = c^2$.

In den ähnlichen Dreiecken ADC und ACB gilt das Verhältniss $a : b = b : AB$ oder $a \cdot AB = b^2$.

Die Addition der Gleichungen gibt $a (BA + DB) = b^2 + c^2$, und da $BD + AB = a$ ist, so folgt $a^2 = b^2 + c^2$.

2. Die trigonometrischen Functionen, deren man sich in der Krystallographie zu Winkelberechnungen bedient, sind in Tab. II. Fig. 14 in rechtwinkligen Dreiecken vereinigt dargestellt.

Mit Beziehung auf den Winkel o für den Radius ac , ist ed die Tangente, cb der Cosinus, oder für den Radius $ac = 1$, $ed = \text{tang. } o$, $cb = \text{cos. } o$. Die andern Functionen, Sinus, Sinuversus, Cotangente, Sekante, Cosekante, oder $ab = \text{sin. } o$, $be = \text{sin. vers. } o$, $fg = \text{cotg. } o$, $cd = \text{sec. } o$, $cf = \text{cosec. } o$, kommen, den ersten etwa noch ausgenommen, nur wenig in Anwendung.

3. Die Abkürzung der Rechnungen durch den Gebrauch der Logarithmen beruhet darauf, dass man jede Multiplikation und jede Division in einfache Additionen und Subtraktionen verwandelt. Man nennt 10 die erste Potenz dieser Zahl, und schreibt sie 10^1 , 100 die zweite Potenz von zehn oder 10×10 , und schreibt sie 10^2 , 1000 die dritte Potenz von zehn, oder $10 \times 10 \times 10$, und schreibt sie 10^3 . Nun ist $10^1 \times 10^2$ oder 10 multipliziert mit 100, oder zehn in der Potenz 1 multipliziert mit zehn in der Potenz 2 gleich 1000, oder zehn in der Potenz 3. Man braucht zu diesem Resultate nur die Exponenten 1 und 2 zu addiren, oder zu schreiben $10^{1+2} = 10^3$. — Das Gleiche gilt bei der Division, so ist $\frac{10^3}{10^2} = 10^{3-2} = 10^1$, wo man nur die Exponenten von einander abziehen darf. Die Logarithmen aber sind die Exponenten der Zahl 10, welche zu den in den Tafeln enthaltenen Zahlen gehören. —

§. 57.

Fortsetzung.

Werner, Leonhard, Haüy, Weiss, Köhler, Miller.

Werner nahm zum Behufe der Krystallbezeichnungen fünf Grundgestalten an, das Hexaëder, die Pyramide, die Säule, die Tafel und die Linse. Die Modificationen wurden hervorgebracht durch Zuspitzung, Zuschärfung und Abstumpfung. Diese Ausdrücke, der Sprache entnommen, drücken das Bild gut aus. Leonhard drückte es durch die Bezeichnungen: Enteckte, Entkantet, Entscheidet, Zweifach entkantet, Dreifach enteckte, Entgipfelkantet, Entseitete, Entscharfseitete, Enttrandet, Entbreitenrandet, Entstumpfeckt, Entspitzeckt, Entstumpfrandete, Entscharfscheitelkantete, Entquerscheidete, Entseiteckt, Zweifachentscharfseitete, Entnebenrandete, Entlängenrandete, Zweireihig Entscharfseitete, Zweireihig entspitzeckt, aus, welche zwar genauere krystallographische Andeutungen enthalten aber ungewöhnlich und schwer anzueignen sind, daher noch keine allgemeine Anwendung erfahren haben. Haüy hat die ersten Flächensymbole der Formen gegeben. Er sah die Nothwendigkeit ein, die Flächen gleicher Formen mit gleichen Buchstaben zu versehen. Die Methode damals gleichmäßig durchzuführen, war unmöglich, zugleich hielt sich Haüy vorzüglich an die gleichförmige Benennung der von ihm den Primitivformen zugeschriebenen Flächen, da diese doch innerhalb eines Krystallsystemes bald dieser, bald jener Form entsprechen. Nur bei diesen wurden die Buchstaben P M T consequent durchgeführt (Tab. VIII. Fig. 88 $\frac{1}{2}$). Haüy bezog alle bei einer Art vorkommenden Flächen als secundäre auf eine Primitivform, deren Flächen, insofern sie einander gleich waren, mit P, wenn deren zweierlei waren, mit P und M, wenn deren dreierlei waren, mit P, M, und T bezeichnet wurden, als

Anspielung auf die drei Sylben Pri-Mi-Tiv. Auch die Ecken und Kanten der Primitivformen bezeichnete er mit Consequenz, erstere durch die Selbstlaute A, E, J, O; letztere durch die Mitlaute B, C, D, F, G, H. An dem Würfel bleiben bloss für die Flächen die Zeichen P, für die Ecke A und die Kanten B. (Tab. IX. Fig. 99). — Der Primitivformen sind bei Häüy fünf: 1^{tens} Das Parallelepipedum, 2^{tens} das Oktaëder, 3^{tens} das regelmässige Tetraëder, 4^{tens} das regelmässig sechsseitige Prisma, 5^{tens} das Rhomboidal-Dodekaëder. —

Weiss beobachtete eine Methode in der Bezeichnung der Krystallformen, welche die Axenverhältnisse überhaupt andeutet, ohne durch irgend einen Buchstaben auf eine Form hinzuweisen. Die Weiss'sche Methode stellt mehr ein Axenschema für eine jede Form als eine Bezeichnung vor. Im hexagonalen Systeme nennt er die Hauptaxe c, die Nebenachsen a. — Die Zeichen sind für alle Formen ($a: na: pa: mc$) nebst andern näheren Bestimmungen. In allen übrigen Systemen haben sie für drei senkrecht aufeinander stehende Axen die Form ($ma: mb: c$), nur ist im tesseralen Systeme b und $c = a$, im tetragonalen $b = a$, aber c überall die Hauptaxe. Köhler und Miller gaben den Weiss'schen Symbolen die grösstmögliche Vollkommenheit und letzterer noch die Einfachheit, indem er die Verhältnisse für eine Fläche numerisch anführt, z. B. für ein durch P bezeichnetes Oktaëder das Zeichen P (111) gebraucht, welches die Gleichheit der Axenverhältnisse ausdrückt. Dasselbe Zeichen P gilt auch für die Pyramiden. Da diese Methode originell und nicht zu übersehen ist, so wollen wir diese Bezeichnungen im applicativen Theile bei den einzelnen Gestalten mit anführen.

§. 58.

Mohs und Haidinger.

Mohs bezeichnet die Reihen der einfachen Gestalten. So wurde von ihm in der bekannten Hauptreihe der Rhomboëder durch den Buchstaben R das Grundrhomboëder ausgedrückt. Durch den hinzugefügten Exponenten der Potenz der Zahl 2, mit welchen man die Axe a von R multiplizieren muss, um die Axe a^1 von $R+n$ zu finden, wurde ein unbestimmtes Rhomboëder der Reihe angedeutet. Parallel der Reihe der Potenzen nach den natürlichen Zahlen

$2^{-\infty} \dots 2^{-3}, 2^{-2}, 2^{-1}, 2^0, 2^1, 2^2, 2^3 \dots 2^{\infty}$
läuft die Reihe der Rhomboëder

$R^{-\infty} \dots R-3, R-2, R-1, R, R+1, R+2, R+3 \dots R+\infty$.

Ganz auf gleiche Art, nur mit der verschiedenen Grundzahl $\sqrt{2}^n$ statt 2^n , ist die Reihe der Pyramiden parallel der Reihe der Potenzen von $\sqrt{2}$

$\sqrt{2}^{-\infty} \dots \sqrt{2}^{-3}, \sqrt{2}^{-2}, \sqrt{2}^{-1}, \sqrt{2}^0, \sqrt{2}^1, \sqrt{2}^2, \sqrt{2}^3 \dots \sqrt{2}^{\infty}$.

$P-\infty \dots P-3, P-2, P-1, P, P+1, P+2, P+3 \dots P+\infty$.

Skalenoëder wurden durch $(P)^n$, ditetragonale Pyramiden ebenfalls durch $(P)^n$ ausgedrückt, nach der Ableitungszahl. Bei jeder einzelnen Gestalt erfolgt im applicativen Theile die Bezeichnung.

Haidinger hat eine Abkürzung der Mohs'schen Bezeichnung durchgeführt mit Beziehung auf die Constructionen der Ableitung und dem Begriffe der Reihen. Auch die Haidinger'schen Zeichen werden wir im applicativen Theile im Detail geben.

§. 59.

Whewell, Breithaupt, Naumann.

Whewell hat im Edinburgh Journal of Science (Nro. XI. p. 1. 1827) die Coëffizienten in den Mohs'schen

Symbolen in eine Gleichförmigkeit zu bringen gesucht. Manche der Breithaupt'schen Coëffizienten, besonders der tesseralen Formen stimmen mit denselben überein, andere sind, je nach den verschiedenen Gesichtspunkten, aus welchen die Gestalten betrachtet werden, mehr oder weniger verschieden.

Naumann bezeichnet die Grundform der betreffenden Krystallreihe bei dem vielaxigen Systeme mit O , bei den einaxigen Systemen mit P . Da nun der wesentliche Unterschied einer jeden anderen Form in der verschiedenen Lage ihrer Flächen oder in dem verschiedenen Grössenverhältnisse ihrer Parameter liegt, und diese letztere Verschiedenheit nach §. 55 immer auf die beiden Ableitungszahlen m und n oder ∞ zurückgeführt werden kann, so wird die einfachste Bezeichnung derselben dadurch gewonnen werden, dass man vor und hinter das Zeichen der Grundform die Ableitungszahlen m und n oder ∞ schreibt. Demnach ist $m O n$ und $\infty O \infty$ bei dem vielaxigen Systeme und $m P n$ nebst $\infty P \infty$ bei den einaxigen Systemen das allgemeine Zeichen irgend einer, aus der Grundform O oder P abgeleiteten Form. Soll sich die Bezeichnung consequent bleiben, so ist es nöthig, dass m als der grössere Werth stets vor dem Buchstaben O oder P angesetzt wird. Weil die hemiëdrischen Formen aus den respektiven holoëdrischen und die tetartoëdrischen Formen aus den respektiven hemiëdrischen Stammformen abgeleitet werden, so erhalten sie auch das Zeichen derselben mit einer, nach Art eines Divisors untergeschriebenen 2 oder 4; die beiden Gegenkörper aber werden durch die Stellungenzeichen $+$ und $-$ oder auch durch die Buchstaben r (rechts) und l (links), von denen immer das erstere $+$ oder r , als sich selbst vorstehend unterdrückt wird, unterschieden. So ist von $m O n$ die hemiëdrische Gestalt: $\frac{m O n}{2}$ und $-\frac{m O n}{2}$ und die tetartoëdrischen Gestalten: $\frac{m O n}{4}$ und $-\frac{m O n}{4}$ und eben so

von $m P n$ die hemiëdrischen Gestalten $\frac{m P n}{2}$ und $-\frac{m P n}{2}$, die tetartoëdrischen $\frac{m P n}{4}$ und $-\frac{m P n}{4}$ u. s. w. Das Spezielle dieser trefflichen und logischen Bezeichnungsmethode wird im applicativen Theile angegeben werden.

§. 60.

Combinationsen.

Nicht immer sind die Krystalle in einer Form ausgebildet, sondern es finden sich auch oft zwei oder mehrere Formen der betreffenden Krystallreihe zugleich ausgebildet, wesshalb denn auch die meisten Krystallformen als Inbegriffe mehrerer einzelnen Formen erscheinen, deren Flächen nach gewissen Symmetrie-Gesetzen combinirt sind. Man nennt daher auch einen solchen Inbegriff zweier oder mehrerer Formen, deren Flächen in symmetrischer Anordnung um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt ausgebildet sind, eine Combination (složený tvar oder spojka).

Auch in den Combinationen erkennt man (bei regelmässiger Ausbildung) die correlaten oder zusammengehörigen, d. h. die zu einer und derselben einfachen Form oder Partialform gehörigen Flächen an ihrer gleichen und ähnlichen Figur und Lage, so wie auch an ihrer gleichen physischen Beschaffenheit.

Gewöhnlich sind die Flächen einer Form oder einiger wenigen Formen in weit grösserer Ausdehnung vorhanden als die Flächen der übrigen Formen, so dass sie die Totalform oder allgemeine Physiognomie der ganzen Combination bestimmen, während die anderen Flächen nur unbedeutende Modifikationen dieser Totalform verursachen. Hiernach unterscheidet man vorherrschende und untergeordnete Formen in einer Combination.

Eine Combination heisst eine binäre (zweizählige) wenn sie aus zwei einfachen Formen zusammengesetzt ist,

eine ternäre (dreizählige), quaternäre (vierzählige), quinäre (fünfzählige), senäre (sechszählige), septernäre (siebenzählige), octernäre (achtzählige), novemnäre (neunzählige) u. s. w. je nachdem sie aus drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun u. s. w. Formen zusammengesetzt ist.

Eine Combination heisst eine holoëdrische oder eine hemiëdrische, je nachdem sie von lauter holoëdrischen oder auch von hemiëdrischen Formen gebildet wird. —

Die Kanten und Ecken, in denen sich die Flächen der combinirten Formen schneiden, heissen Combinations-Kanten und Combinations-Ecken, und die Combinationskanten werden in den einaxigen Krystallsystemen als amphipolare und heteropolare (von ἀμφι rings oder auf allen Seiten) Combinationskanten unterschieden, je nachdem ihre Flächen zu einer und derselben Hälfte der vertikalen Hauptaxe (zu einem und demselben Pole) gehören oder nicht.

§. 61.

Bezeichnung und Entwicklung der Combinationen.

Die Combinationen werden mit den Symbolen der sie zusammensetzenden einfachen Formen so bezeichnet, dass man die der vorherrschenden Form zuerst und die anderen nach ihrer Zonenreihe oder auch nach dem reihenweisen Vorherrschen nebeneinander setzt und durch Punkte trennt, z. B. es combiniren ein Hexaëder, Oktaëder und Rhombendodekaëder, die Hexaëderflächen wären vorherrschend, so wäre die Bezeichnung: ∞ 0 ∞ . 0. ∞ 0.

Die Neigung der Flächen der combinirten Formen gegen einander, somit der Neigungswinkel der Combinationsflächen, wird bezeichnet, indem man den Flächen einer combinirenden Form ein bestimmtes Symbol, den

Flächen der zweiten combinirenden Form ein anderes Symbol gibt und selbe Zeichen in eine Proportion stellt; dieser Proportion wird als gleich der abgemessene Neigungswinkel gesetzt, z. B. es combinire (wie bei dem Blättertellur) die hexagonale Pyramide mit dem Dyoëder, so würde die Combination mit $m P. OP$ bezeichnet werden. Die Flächen der hexagonalen Pyramide bezeichnet man mit b , die Flächen des Dyoëders mit p , so wäre $b: p = 118^{\circ} 38'$ (der Neigungswinkel); die oberen Flächen der Pyramide mit den unteren würden auch einen Neigungswinkel haben, welcher ausgedrückt würde durch $b: b = 122^{\circ} 44'$. Die ganze Bezeichnung wäre daher so anzusetzen:

$$m P. O P.$$

$$b \quad p.$$

$$b: p = 118^{\circ} 38'$$

$$b: b = 122^{\circ} 44'.$$

Eine Combination entwickeln heisst, die Namen und die krystallographischen Zeichen aller in ihr enthaltenen Formen bestimmen. Diese Entwicklung der Combinationen bildet eine der wichtigsten und oft auch der schwierigsten Aufgaben der Krystallographie, bei welcher zuvörderst die allgemeinen Resultate der Ableitung, und nächst dem die besonderen Regeln binärer Combinationen zu berücksichtigen sind, weil sich eine jede mehrzählige Combination auf binäre Combinationen zurückführen lässt.

In sehr vielen Fällen, besonders bei allen Abstumpfungen und Zuschärfungen von Kanten und Combinations-Kanten, beruht die Bestimmung der Form auf einer gehörigen Benützung der vorliegenden Zone. Denn offenbar fällt in jedem solchen Falle die Abstumpfungs- oder Zuschärfungsfläche mit den beiden Flächen der abgestumpften oder zugeschärften Kante selbst in eine und dieselbe Zone.

§. 62.

Kurze Uibersicht der Zonengleichung.

Es gibt eine allgemeine Formel oder Bedingungs-
gleichung, die zwischen den Parametern irgend dreier
Flächen erfüllt sein muss, welche bei einer Combination
in eine Zone fallen, oder von welchen die eine F , die
von den beiden anderen, F' und F'' , gebildete Kante ab-
stumpft.

Setzen wir nämlich allgemein, es seien diese Parameter

a, b und c für F ,

a', b' und c' für F' ,

a'', b'' und c'' für F'' ,

so gilt nothwendig die Gleichung:

$$\frac{1}{ab'c''} + \frac{1}{bc'a''} + \frac{1}{ca'b''} = \frac{1}{ab''c'} + \frac{1}{bc''a'} + \frac{1}{ca''b'}.$$

Diese Formel, welche man füglich die **Zonen-**
gleichung nennen kann, findet bei der Entwicklung
der Combinationen eine sehr häufige Anwendung und lässt
uns oft ohne alle weitere Hilfsmittel auf die Ableitungs-
zahlen der gesuchten Formen gelangen. Nur ist bei ih-
rem Gebrauche sorgfältig auf die Vorzeichen der einzu-
führenden Parameter zu achten, indem solche hier durch-
gängig positiv vorausgesetzt wurden. In manchen Fällen
endlich ist die Bestimmung einer Form nicht anders, als
durch Messung entweder ihrer eigenthümlichen
Kanten oder ihrer Combinationenkanten zu erlan-
gen, indem man aus den gemessenen Kanten die Ablei-
tungszahlen berechnen kann. Es wird, da diese Mani-
pulation von der grössten Wichtigkeit ist, zuerst über
die allgemeine Entwicklung und graphische Darstellung
der Zonen und hierauf über die Messung das nöthige
vorauszuschicken sein.

§. 63.

Die allgemeine Entwicklung und graphische Darstellung der Zonen.

Einleitende Bemerkungen.

Für Diejenigen, welche einige Bekanntschaft mit den Elementen der analytischen Geometrie besitzen, wird es vielleicht nicht uninteressant sein, eine etwas ausführlichere Betrachtung der von Weiss begründeten Zonenlehre und insbesondere die graphischen Darstellungen der Zonen kennen zu lernen, wie solche von Neumann und Quenstedt vorgeschlagen worden sind. Desshalb folgen hier einige mitgetheilte Sätze. —

Unter einer Zone von Krystallflächen oder unter einer Zone schlechthin versteht man nach §. 28 einen Inbegriff von lauter solchen Krystallflächen, welche einer und derselben Linie im Raume parallel sind. Diese Linie selbst nennt Weiss die Zonenaxe, wofür Naumann das Wort Zonenlinie*) gebraucht, um das Wort Axe ausschliesslich den eigentlichen krystallographischen Axen vorzubehalten. Jede Zone wird natürlich durch die Zonenlinie, und diese wiederum durch je zwei beliebige Flächen der Zone bestimmt. Dabei ist es zwar an und für sich ziemlich gleichgültig, welche zwei Flächen man wählt; doch wird man durch ein Flächenpaar immer leichter und schneller zum Ziele gelangen, als durch ein anderes.

Von denjenigen Flächen, welche die einfachste Be-

*) Welches also hier in ganz anderem Sinne zu nehmen ist als bei Neumann in seinen Beiträgen zur Krystallonomie S. 11 u. f.

stimmung einer Zone gewähren, sagt Naumann dass sie die Zone charakterisiren.

Immer aber bleibt es vom krystallographischen Gesichtspunkte aus die natürlichste, und vom analytisch-geometrischen Gesichtspunkte aus die richtigste Auffassungsweise der Zonenlinie, wenn man sie als den Durchschnitt zweier Flächen sich denkt. Denn die Flächen sind an allen Krystallformen das zunächst und unmittelbar Gegebene, und die ganze analytisch-geometrische Darstellungsweise der Linie beruht auf der Vorstellung, dass sie der Durchschnitt zweier Flächen sei.

§. 64.

Charakterisirung der Zone durch die projicirenden Ebenen der Zonenlinie.

Es seien in einem rechtwinkligen oder orthoëdrischen Axensysteme irgend zwei Krystallflächen F' und F'' gegeben, welche einer zu betrachtenden Zone angehören; ihre Gleichungen seien *):

$$\frac{x}{a'} + \frac{y}{b'} + \frac{z}{c'} = 1 \text{ und } \frac{x}{a''} + \frac{y}{b''} + \frac{z}{c''} = 1.$$

Die zu betrachtende Zone wird nun allerdings durch die beiden Flächen F' und F'' oder auch durch irgend ein anderes Paar ihrer Flächen bestimmt; allein, welche Flächen sind es, die sie charakteriren? Offenbar nur diejenigen, welche sich analytisch-geometrisch als die projicirenden Ebenen der Zonenlinie, d. h. als die projicirenden Ebenen der Durchschnittslinie von F' und F'' bestimmen.

*) Der leichteren Orientirung wegen wird in Folgendem für jede Fläche durch den Buchstaben a der Parameter in der Axe der x , durch b der Parameter in der Axe der y und durch c der Parameter in der Axe der z ausgedrückt. Accente unterscheiden die Parameter verschiedener Flächen.

Die Gleichungen dieser projicirenden Ebenen erhalten wir, wenn wir aus den gegebenen Gleichungen für F' und F'' succesiv die Coordinaten x , y , und z eliminiren. Setzen wir der besseren Uibersicht wegen

$b' c'' - b'' c' = \alpha$, $c' a'' - c'' a' = \beta$, $a' b'' - a'' b' = \gamma$,
so erhalten wir die Gleichungen der projicirenden Ebenen:

$$\frac{x}{\alpha a' a''} - \frac{y}{\beta b' b''} = \frac{c' - c''}{\alpha \beta} \quad (1)$$

$$\frac{z}{\gamma c' c''} - \frac{x}{\alpha a' a''} = \frac{b' - b''}{\alpha \gamma} \quad (2)$$

$$\frac{y}{\beta b' b''} - \frac{z}{\gamma c' c''} = \frac{a' - a''}{\beta \gamma} \quad (3)$$

Je zwei von diesen projicirenden Ebenen charakterisiren also die Zone, weil sie diejenigen Flächen sind, welche die einfachste Bestimmung derselben gewähren. Dass übrigens in je zweien dieser Gleichungen allemal die Dritte enthalten ist, lässt sich leicht auf folgende Weise darthun. Man addire erst alle drei Gleichungen, so erhält man:

$$\frac{a' - a''}{\beta \gamma} + \frac{b' - b''}{\gamma \alpha} + \frac{c' - c''}{\alpha \beta} = 0 \quad (4)$$

Hierauf addire man zwei beliebige der Gleichungen (1), (2) und (3) und substituire für das, was rechter Hand vom Gleichheitszeichen erhalten wird, den aus der Gleichung (4) folgenden Werth, so gelangt man allemal auf die dritte Gleichung.

Aus dem Vorigen erhellt, dass z. B. im Tesseralsysteme eine Zone allgemein durch die Flächen zweier Tetrakis hexaëder charakterisirt sein wird, unter denen sich jedoch auch das Hexaëder und Rhomben-Dodekaëder befinden können. Da es hiebei nur auf das Verhältniss der Parameter ankommt, von denen der kleinste $= 1$ angenommen wird, so kann man die rechter Hand vom Gleichheitszeichen stehenden Constanten in den Gleichungen

(1), (2) und (3) vernachlässigen. So werden z. B. für die Zone

der Fläche $\frac{x}{2} + \frac{y}{2} + z = 1$ der Gestalt 2 0 2,

und der Fläche $\frac{x}{3} + y + z = 1$ der Gestalt 3 0;

die Gleichungen der charakterisirenden Flächen:

$$\frac{x}{3} - y = 0, \text{ welche der Gestalt } \infty 0 3,$$

$$z - \frac{2x}{3} = 0, \text{ welche der Gestalt } \infty 0 \frac{3}{2},$$

und $y + \frac{z}{2} = 0$, welche der Gestalt $\infty 0 2$ angehört.

§. 65.

Zonengleichung.

Unter der Zonengleichung verstehen wir somit nach §. 62 die Bedingungsgleichung, welche für die Parameter irgend einer Fläche F erfüllt sein muss, wenn solche in die Zone zweier Flächen F und F'' gehören soll.

Um diese Zonengleichung zu finden, denke man die Zonenlinie oder die Durchschnittslinie der Flächen F' und F'' sich selbst parallel auf den Mittelpunkt des Axensystems transportirt; ihre Gleichungen werden dann:

$$\frac{x}{\alpha a' a''} - \frac{y}{\beta b' b''} = 0$$

$$\frac{z}{\gamma c' c''} - \frac{x}{\alpha a' a''} = 0$$

$$\frac{y}{\beta b' b''} - \frac{z}{\gamma c' c''} = 0$$

Da nun diese Linie der Fläche F parallel sein soll, so wird sie ganz in die Fläche fallen müssen, sobald wir auch diese letztere sich selbst parallel auf den Mittelpunkt verlegen.

Dann ist jeder Punkt der Linie zugleich auch ein Punkt der Fläche, deren Gleichung nun:

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 0$$

geschrieben wird. Setzen wir also die, aus den beiden ersten Gleichungen der Zonenlinie folgenden Werthe der Coordinaten y und z in diese letztere Gleichung, so erhalten wir:

$$\frac{\alpha a' a''}{a} + \frac{\beta b' b''}{b} + \frac{\gamma c' c''}{c} = 0$$

als die gesuchte Bedingungsgleichung.

In dieser Form ist die Gleichung sehr bequem für die allgemeine Entwicklung der Zonen. Für die spezielle Entwicklung der Combinationen aber pflegt sie gewöhnlich in der oben §. 62 mitgetheilten und schon vielfach erläuterten Form bequemer zu sein:

$$\frac{1}{a'' b' c} + \frac{1}{b'' c' a} + \frac{1}{c'' a' b} = \frac{1}{a' b c'} + \frac{1}{b' c a'} + \frac{1}{c' a b'}$$

weil man es hier auf den ersten Blick übersieht, welche Glieder verschwinden, wenn gewisse Parameter den Werth ∞ haben, wie solches so häufig der Fall ist. Diese Zonengleichung hat übrigens ganz allgemeine Gültigkeit, in den verschiedenen klinoëdrischen, wie in den orthoëdrischen Axensystemen; auch sieht man, dass sie von den Dimensionen der Grundgestalt gänzlich unabhängig ist.

§. 66.

Allgemeine Entwicklung der Zonen.

Unter der allgemeinen Entwicklung einer gegebenen Zone verstehen wir eine erschöpfende Angabe aller derjenigen Flächen, welche rings um das Axensystem in dieser Zone möglich sind, oder auch eine Angabe der krystallographischen Zeichen aller derjenigen Gestalten,

welche Flächen zu dieser Zone liefern können. Bei dieser Entwicklung dient die Zonengleichung in der Form

$$\frac{\alpha a' a''}{a} + \frac{\beta b' b''}{b} + \frac{\gamma c' c''}{c} = 0$$

zum sichersten Leitfaden.

Da hierbei die Grössen a' , b' , c' , a'' , b'' , c'' und folglich auch die Grössen α , β und γ als bestimmte, die Grössen a , b und c dagegen als unbestimmte Grössen zu betrachten sind, so wird man nun zuvörderst untersuchen, für welche Vorzeichen der Grössen a , b und c die Gleichung unmöglich wird. — Diess wird offenbar für diejenigen Vorzeichen der Fall werden, durch welche alle Glieder der Gleichung entweder positiv oder negativ würden, weil eine Summe von lauter negativen oder positiven Grössen niemals $= 0$ sein kann.

Man lernt zuvörderst diejenigen Raum-Oktanten kennen, in welchen es überhaupt gar keine Flächen für die Zone giebt, und welche keine andern sein werden als diejenigen, in welche die auf den Mittelpunkt transportirte Zonenlinie fällt. Für die übrigen Raum-Oktanten, in welchen also möglicherweise Flächen existiren können, untersucht man nun weiter, wie sich diese Flächen nach den verschiedenen Grössenverhältnissen der Werthe von a , b und c bestimmen werden, und welche krystallographischen Zeichen ihnen demgemäss entsprechen.

Mit der Aufstellung dieser, theils allgemeinen, theils besonderen Flächenzeichen ist die Aufgabe einer allgemeinen Entwicklung der Zone selbst als aufgelöst zu betrachten. Da sich diese Entwicklung je nach der besondern Beschaffenheit des Krystallsystems, und je nach der besondern Lage der beiden Flächen F' und F'' auf das Verschiedenste modifizirt, so lässt sich auch im Allgemeinen nicht viel mehr darüber sagen, als hier geschehen ist; doch mag ein Beispiel zur Erläuterung des Gesagten dienen.

Beispiel. Man soll die Zone der Höhenlinie einer Oktaëderfläche *) entwickeln. Es ist natürlich gleichgiltig, welche Höhenlinie man zu Grunde legt; wir wollen daher von den auf der Oktaëderfläche

$$x + y + z = 1$$

gelegenen diejenigen wählen, welche die Axe der x schneidet; dann wird

$$a' = b' = c' = 1$$

$$a'' = \infty, b'' = 1, c'' = -1$$

und folglich die Zonengleichung;

$$-\frac{2}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} = 0.$$

Man ersieht sogleich, dass diese Gleichung für alle in den beiden Raum-Oktanten der $+x, -y$ und $-z$, der $-x, +y$ und $+z$ gelegene Flächen unmöglich ist. Dagegen sind in den übrigen sechs Raum-Oktanten Flächen möglich, und es wird für alle Flächen im Oktanten

der $+x, +y, +z$ die Zonenglchg.	$-\frac{2}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} = 0$	I
$-x, -y, -z$	$+\frac{2}{a} - \frac{1}{b} - \frac{1}{c} = 0$	
$+x, +y, -z$	$-\frac{2}{a} + \frac{1}{b} - \frac{1}{c} = 0$	II
$-x, -y, +z$	$+\frac{2}{a} - \frac{1}{b} + \frac{1}{c} = 0$	
$+x, -y, +z$	$-\frac{2}{a} - \frac{1}{b} + \frac{1}{c} = 0$	III.
$-x, +y, -z$	$+\frac{2}{a} + \frac{1}{b} - \frac{1}{c} = 0$	

Natürlich geben je zwei eingeklammerte Gleichungen dasselbe Resultat; es sind daher auch nur drei Fälle zu

*) Die Diagonalzone des Oktäeders nach Weiss; eine ausführlichere Entwicklung derselben gab er in seiner Schrift: Theorie des Hexakisoktaëders, gelesen in der Berliner Akademie den 13. April 1837 §. 12 bis 15. Kolenati. El. d. Krystallographie.

untersuchen. Man überzeugt sich nun leicht, dass diese Gleichungen nur unter folgenden Bedingungen realisiert werden können:

die Gleichung I, wenn a den mittlern Werth hat,
 die Gleichung II, wenn b den kleinsten Werth hat, und
 die Gleichung III, wenn c den kleinsten Werth hat.

Da nun die, von uns im Tesseralsysteme gebrauchte Bezeichnung voraussetzt, dass der grösste Parameter allgemein mit m , der mittlere mit n und der kleinste mit 1 bezeichnet wird, so wird auch in der Gleichung

$$\text{I nothwendig } a = n,$$

$$\text{II } \dots \dots \dots b = 1,$$

$$\text{III } \dots \dots \dots c = 1,$$

zu setzen sein. Giebt man nun den andern Parametern respective die Werthe m und 1 , oder m und n , so erhält man endlich das Resultat, dass im Oktanten der $+x, +y, +z$

zwei Flächen der Gestalten

$$m \ 0 \ \frac{2m}{m+1},$$

in jedem der beiden Oktanten der $+x, +y, -z$ und $+x, -y, +z$ aber

zwei Flächen der Gestalten

$$m \ 0 \ \frac{m}{m+2}$$

und zwei Flächen der Gestalten

$$m \ 0 \ \frac{2m}{m-1},$$

überhaupt aber, dass in der, durch die Höhenlinie der Oktaëderfläche bestimmten Zone nur Flächen solcher Gestalten vorkommen können, welche unter einem der drei vorstehenden Zeichen enthalten sind. Diese Zeichen bestimmen also im Allgemeinen diejenigen Hexakisoktaëder, welche Flächen in die angegebene Zone liefern, und man sieht, dass in dem

Zeichen $m \ 0 \ \frac{2 \ m}{m+1}$, auch 0 und $\infty \ 0 \ 2$

„ $m \ 0 \ \frac{m}{m-2}$, „ $\infty \ 0$ „ $3 \ 0 \ 3$

„ $m \ 0 \ \frac{2 \ m}{m-1}$, „ $\infty \ 0 \ 2$ „ $3 \ 0 \ 3$

enthalten sind. Die gegebene Zone ist also durch Angabe dieser krystallographischen Zeichen vollständig entwickelt, denn es ist unmöglich, dass noch Flächen anderer Gestalten vorkommen.

§. 67.

Graphische Darstellung der Zonen nach Neumann.

Neumann's graphische Darstellung beruht zunächst auf dem Satze, dass die Normalen sämtlicher Flächen einer und derselben Zone in eine Ebene und folglich die Durchschnittspunkte aller dieser Normalen mit irgend einer beliebigen, als Constructionsfläche dienenden Ebene in eine gerade Linie fallen.*)

Diese Durchschnittspunkte der Flächennormalen mit der Constructionsfläche bezeichnet Neumann mit dem Namen der Flächenorte, und die Aufgabe seiner graphischen Methode besteht wesentlich darin, sämtliche Flächenorte eines gegebenen Gestalten-Inbegriffs auf dem, die Constructionsflächen darstellenden Papiere genau einzutragen, um sich ein anschauliches Totalbild aller möglichen Zonen zu verschaffen, welche zwischen den Flächen der gegebenen Gestalten hervortreten. Denn es wird dann offenbar so viele verschiedene Zonen geben, als sich gerade Linien durch je drei oder mehrere Flächenorte ziehen lassen, worüber man sogleich, entweder

*) Neumann's Beiträge zur Krystallonomie. Heft I. S. 1 ff; diese geraden Linien sind es, welche von Neumann Zonenlinien genannt werden.

durch den blossen Augenschein, oder durch Hilfe eines Lineales belehrt wird, wenn nur die Construction mit gehöriger Genauigkeit ausgeführt wurde.

Da nun die Wahl der Constructionsfläche ganz beliebig ist, so scheint es am zweckmässigsten, dazu die Parallelfäche einer der Coordinat-Ebenen z. B. der Ebene (y z) zu wählen, welche die dritte Axe, also die Axe der x, in der Entfernung 1 vom Mittelpunkte schneidet. Die Gleichung der so bestimmten Constructionsfläche wird also:

$$x = 1.$$

Ist nun die Gleichung irgend einer Krystallfläche:

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1,$$

so sind die Gleichungen ihrer Normale aus dem Mittelpunkte

$$\frac{x}{b} - \frac{y}{a} = 0, \quad \frac{x}{c} - \frac{z}{a} = 0.$$

Man braucht nun bloss diese beiden mit x behafteten Gleichungen der Flächennormale mit der Gleichung der Constructionsfläche zu combiniren, um sogleich die Coordinaten y und z des Flächenortes zu erhalten, und findet demgemäss:

$$y = \frac{a}{b} \quad z = \frac{a}{c},$$

wobei natürlich auf die Vorzeichen der Parameter a, b und c sorgfältig Rücksicht zu nehmen ist.

Diese Werthe von y und z sind es, welche bei der graphischen Darstellung benützt werden. Man zieht nemlich zwei sich rechtwinkelig schneidende Linien, welche die Axen der y und z vorstellen, trägt hierauf für jede Fläche die entsprechenden Werthe $\frac{a}{b}$ und $\frac{c}{a}$ in diese Axen ein, vollendet das Parallelogramm und erhält so den verlangten Flächenort. Sind auf diese Weise alle Flächenorte eingetragen, so machen sich die Zonen von

selbst darstellig, indem diese Flächenorte nach verschiedenen Richtungen reihenweise in gerade Linien geordnet erscheinen. Jede einzelne Fläche fällt in so viele verschiedene Zonen, als sich verschiedene Reihen von Flächenorten nachweisen lassen, zu denen auch ihr Flächenort gehört.

Um sich in zweifelhaften Fällen, wo die Coincidenz in eine und dieselbe gerade Linie nicht ganz scharf zu erkennen ist, zu überzeugen, ob die Flächenorte dreier Flächen wirklich diese Lage besitzen, dazu bedarf es nur der Anwendung der Zonengleichung, in welcher man die Parameterwerthe der drei Flächen substituirt; wird dadurch die Gleichung erfüllt, so fallen auch die Flächenorte in eine und dieselbe gerade Linie; wo nicht, so liegen sie ausserhalb einer solchen Linie.

Da übrigens je zwei Gegenflächen eine und dieselbe Normale haben, so wird bei der Construction nur auf die obere Hälfte einer jeden Gestalt, oder auf diejenigen Flächen Rücksicht zu nehmen sein, für welche der Parameter a positiv ist.

§. 68.

Graphische Darstellung der Zonen nach Quenstedt.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass das gemeinschaftliche Kreuzen vieler Linien in einem und demselben Punkte für die Anschauung ein weit bestimmteres und leichter ergreifbares Verhältniss ist, als die Lage vieler Punkte in einer und derselben geraden Linie. Dieses und der Umstand, dass doch die Flächen und nicht ihre Normalen das eigentlich und zunächst Gegebene an den Krystallformen sind, bestimmte Quenstedt, eine andere graphische Methode auszudenken *), welche auf dem

*) Poggendorff's Annalen. Bd. XXXIV. S. 503 und 651.

Satze beruht, dass sich sämtliche Flächen einer Zone, wenn solche, sich selbst parallel auf einen und denselben Punkt transportirt werden, in einer und derselben Linie schneiden, welche natürlich keine andere, als die Zonenlinie ist. Wird also eine solche Zone von irgend einer beliebigen Ebene geschnitten, so stellt sich der Durchschnitt, als ein System von geraden Linien dar, welche sich in einem und demselben Punkte schneiden.

Die beliebig gewählte (als Constructionsfläche dienende) Ebene nennt Quenstedt die Sectionsebene und die Durchschnitte der Flächen mit ihr die Flächenlinien oder Sectionslinien.

Er transportirt sämtliche Flächen auf denjenigen Punkt der verticalen Axe (also der Axe der x), welcher um die Länge 1 vom Mittelpunkt entfernt ist, und wählt zur Sectionsebene die Coordinatebene durch die beiden andern Axen. Wir erlauben uns hierin mit Naumann eine kleine Aenderung, indem wir die sämtlichen Flächen auf den Mittelpunkt des Axensystems transportiren und zur Sectionsfläche diejenige Fläche wählen, deren Gleichung

$$x = 1$$

ist. Die Aufgabe läuft nun wesentlich darauf hinaus, die sämtlichen Flächenlinien eines gegebenen Gestalten-Inbegriffs auf dem die Sectionsebene darstellenden Papiere zu construiren, um sich durch solche Construction ein Bild zu verschaffen, aus welchem man sogleich und mit einem Blicke ersehen könne, nicht nur, welche Flächen zu einer und derselben Zone gehören, sondern auch, in wie viele verschiedene Zonen eine und dieselbe Fläche falle. Jeder Kreuzungspunkt von drei oder mehreren Flächenlinien bestimmt nämlich eine Zone, und es wird so viele verschiedene Zonen geben, als sich dergleichen Kreuzungspunkte herausstellen. Eine und dieselbe Fläche aber fällt in so viele Zonen, als ihre Flächenlinie durch verschiedene Kreuzungspunkte (Zonenpunkte) geht.

Die Ausführung der Sache ist eben so einfach, als

die ihr zu Grunde liegende Idee. Die Gleichung der Sectionsfläche ist abermals

$$x = 1.$$

Sei nun die Gleichung irgend einer, auf den Mittelpunkt transportirten Krystallfläche

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 0,$$

so wird die Gleichung ihrer Sectionslinie

$$\frac{ay}{b} + \frac{az}{c} = -1,$$

folglich sind $-\frac{b}{a}$ und $-\frac{c}{a}$ die Parameterwerthe, welche die Lage der entsprechenden Flächenlinie in der Constructionsfläche bestimmen.

Man ziehe also auf dem Papier zwei sich rechtwinkelig kreuzende Linien, welche die Axen der y und der z vorstellen, nehme für jede Krystallfläche in der Axe der

y den Parameter $\frac{b}{a}$, in der Axe der

z den Parameter $\frac{c}{a}$, und

ziehe die durch diese Parameter bestimmte Linie, so ist die verlangte Flächenlinie entworfen. Sind auf diese Weise die Flächenlinien aller Gestalten eingetragen, so ist auch zugleich die Uibersicht der zwischen ihnen bestehenden Zonen construirt worden. In zweifelhaften Fällen führt auch hier die Zonengleichung zur Entscheidung.

§. 69.

Winkelmessung.

Die Angular-Dimensionen der Krystalle sind einer Regelmässigkeit unterworfen und als constante Elemente zu erkennen, weil die relative Lage und gegenseitige Neigung ihrer Flächen durch die so oft eintretenden

Schwankungen in den Lineardimensionen niemals gestört wird, sobald nur diese Flächen noch eben ausgedehnt und keiner wirklichen Krümmung unterworfen sind. Hieraus folgt denn, dass die Neigungswinkel die einzigen sicheren Beobachtungs-Elemente abgeben, welche der Berechnung aller übrigen Elemente einer Krystallform zu Grunde gelegt werden müssen. Die kleineren Krystalle erscheinen meist regelmässiger gebildet, als die grossen. Es sind folgende Cautelen bei den zur Messung auszuwählenden Krystallen zu beobachten:

1^{tens} Muss der Krystall, wo möglich gehörig ausgebildet sein.

2^{tens} Müssen die Krystallflächen, wo möglich glänzend oder doch wenigstens glatt und eben sein.

3^{tens} Dürfen einaxige Arten nie bei gar zu verschiedenen Temperaturen gemessen werden.

4^{tens} Muss ein zu messender Krystall auch in seinen isomorphen Elementen gehörig bestimmt sein oder wenigstens nach der Messung bestimmt werden.

5^{tens} Müssen sehr verlässliche und gut gearbeitete Instrumente in den Händen eines geübten Krystallometers sein.

Die Messungen zerfallen in gewöhnliche, welche leichter und nur an grösseren Krystallen vorzunehmen sind, den wahren Winkel recht gut bis innerhalb eines Viertelgrades oder 15 Minuten geben, nemlich mit dem Anlege- oder Hand- oder Contact-Goniometer; in die genauen, welche weit schwieriger und nur an kleinen glänzenden Krystallen vorzunehmen sind, indem sie wahre Winkel bis auf die Secunden genau geben, nemlich mit dem Spiegelungs- oder Reflexions-Goniometer.

§. 70.

Contact-Goniometer.

Dieses Instrument ist von Carangeau erfunden und nachher mannigfach verbessert worden.

Es bestehet aus einem in 180° eingetheilten Halbkreise von Metall, welcher durch zwei Speichen gestützt ist. Im Centrum des Halbkreises laufen zwei Lineale, von denen das eine mit seiner äusseren Kante dem durch die Punkte 0° und 180° gehenden Diameter des Halbkreises parallel liegt; das zweite (oder die Alhidade genannt) in dem Centrum des Halbkreises beweglich befestiget ist. Wird nun das Instrument in die Normalebene einer Krystallkante gelegt, und die Schenkel der beiden Lineale an die Kantenflächen angepasst, so zeigt der Theil der Alhidade, welcher auf dem Limbus des Kreises, nach einer durch den Mittelpunkt gehenden Linie zugescharft, aufliegt, die Grade des Winkels an. Weil aber die Krystalle oft eingewachsen oder aufgewachsen sind, und in einem solchen Falle die Anlegungsschenkel der Lineale bei unveränderter Lage oder auch der Kreis durch zu grosses Uiberragen ihren Dienst versagen würden, so sind solche verkürzbar, die erstern durch Schieber, der zweite durch ein Charnier. — Wenn die einzelne Fläche Hervorragungen hat, die nicht wegzuräumen sind, so legt man das eine Lineal fest auf die glatte Fläche und stellt das andere so, dass der helle Raum zwischen ihm und dem ebenen Theile der andern Fläche parallel begrenzt erscheint. Solche Goniometer sind bei einem jeden Mechaniker und bei Batka in Prag zu 8 fl. C. M. zu haben.

§. 71.

Beschreibung des Reflexions-Goniometer's.

Dieses Instrument ist von Wollaston erfunden, später durch Kupfer, Mitscherlich, Mohs, Baumgartner, Malus, Gambey, Stampfer, Naumann, Breithaupt und Babinet man-

nigfaltig abgeändert und verbessert worden. Es bestehet (Taf. X Fig. 104 und 105) aus zwei verschiedenen Theilen, dem eingetheilten Kreise und dem Krystallträger. Der Kreis ist zur bequemerer Ablösung auf seiner Kante in zwei Mal 180° getheilt; die Theilung geht gewöhnlich bis auf halbe Grade; indem ein Nonius (h h.) die einzelnen Minuten bestimmt. Die Axe des Kreises (m m) ruhet auf dem Rücken eines messingenen Bockes, dessen Füße in eine hölzerne Fussplatte dergestalt eingelassen sind, dass die Axe der Ebene der Fussplatte genau parallel wird. Diese Fussplatte ruhet auf drei Stellschrauben, durch welche sie mittelst einer Libelle horizontal und folglich der Kreis selbst vertikal gestellt werden kann. Auf der Rückseite des Kreises endiget die Axe in eine grössere Scheibe ($t' t'$) und in eine zur leichteren Drehung dienende kleinere Scheibe ($t t$). An den einen Fuss des Bockes ist der Nonius (h h), an den anderen eine Feder angeschraubt, deren umgebogenes Ende k sich an den ersten Fuss anlegt und den Kreis bei seiner Drehung nach der einen Richtung arretirt, sobald die Punkte 0° oder 180° der Theilung mit dem Nullpunkte des Nonius zusammenfallen, während es dagegen nachgibt und überspringt, wenn der Kreis nach der anderen Richtung gedreht wird, und jene Punkte den Nullpunkt des Nonius passiren. Das beim Uiberspringen der Feder erregte Geräusch zeigt in letzterem Falle dem Beobachter den Uibergang aus einem Halbkreise in den andern an.

Von dem Bocke aus gehet ein Metallstück (S), an welches sich ein anderes (T) anlegt, so dass die Scheibe ($t' t'$) beim Drehen zwischen S und T gleitet, T kann aber gegen S gedrückt werden mittelst einer Schraube (U) und durch das Anzeichen der letzteren wird $t' t'$ zwischen S und T geklemmt und sammt dem Theilkreis m m unbeweglich gemacht.

Die Axe des Kreises ist ihrer Länge nach durchbohrt, um die Axe (a a) des Krystallträgers aufzu-

nehmen, welche sich in ihr mit Widerstand drehen lässt, so, dass bei ihrer Drehung der Kreis unverrückt bleibt, während sie dagegen allen Drehungen des Kreises mit unterworfen ist. Wenn die Schraube U nicht angezogen ist, kann man mittelst der Scheibe tt die Axe sammt t't' und dem Theilkreise mm drehen, und die Axe a sammt allem daran befestigten macht dann diese Drehung mit. Ist die Schraube U angezogen, so kann man die Scheiben tt und t't' nicht drehen, wohl aber noch die Scheibe SS und durch diese die Axe a sammt d c e f g p q. Die Zeichnung der Tafel X Fig. 105 verdeutlicht das oben Gesagte. — Die Axe des Kreises trägt an ihrem einen Ende die zur leichteren Drehung dienende Scheibe (s s), am andern Ende das Knie (b c), welches an seinem Ende so durchbohrt ist, dass die Axe des Bohrloches auf der Axe des Krystallträgers und folglich auch auf jener des Kreises rechtwinkelig ist. Diese Durchbohrung dient zur Aufnahme der Axe (d), eines zweiten Knies (d e), welches an seinem Ende gleichfalls durchbohrt ist, um die Axe (f) eines dritten Knies (f g) aufzunehmen, das endlich die kleine Axe (p q) trägt, die an ihrem oberen Ende in eine kleine, als Unterlage des Krystalles dienende Scheibe endigt. Die drei Axen (d f und p) sind eine jede mit einem Knopfe versehen, dessen Rand gekerbt ist, um ihn mit den Fingern leicht drehen zu können; sie werden als die zweite, dritte und vierte Axe des Krystallträgers unterschieden, indem die, in der Axe des Kreises selbst liegende Axe als die erste betrachtet wird.

Wesentlich ist bei dieser Einrichtung des Krystallträgers:

1. dass die Axe d e rechtwinkelig auf den beiden Axen a b und f o sei, und
2. dass ein Merkmal angebracht sei, an welchem man sich nach Einstellung des Knies d e in die Ebene des Knies b c versichern kann, dass die dritte Axe f o der ersten Axe a b parallel ist.

§. 72.

Gebrauch des Reflexionsgoniometer's.

Eine jede Messung mit dem Reflexionsgoniometer erfordert dreierlei Operationen, nemlich die Aufstellung des Instrumentes, die Einstellung des Krystalles und die eigentliche Messung. Wenn dem Krystalle an den Flächen der Glanz mangelt, so kann man seine Flächen mit Glimmerblätt'chen belegen. Die meisten künstlichen Krystalle verlieren durch Berührung mit der Hand den Glanz und ertragen nicht das Abputzen; bei ihrer Untersuchung und Messung thut man wohl, sie mit der am unvollkommensten ausgebildeten Stelle mittelst etwas Wachses an ein kleines Holzstäbchen zu befestigen, und sie nur an diesem anzufassen und an das Goniometer zu befestigen.

4^{te} Die Aufstellung des Reflexions-Goniometer's.

Man stellt das Instrument in einem geräumigen und lichten Zimmer auf einem festen Tische einem Fenster gegenüber etwa 8 bis 10 Ellen davon entfernt, dergestalt auf, dass, die Ebene des Kreises vertikal und rechtwinkelig auf der Ebene des Fensters und folglich die Axe des Kreises allen horizontalen Linien des Fensters parallel ist. Spiegeln dagegen die Flächen des zu messenden Krystalles schlecht, so muss man nähere Gegenstände reflectiren lassen, manchmal selbst eine Lichtflamme, deren Helligkeit man durch einen dunkeln Hintergrund noch mehr hervortreten macht. Bei solchen schlecht spiegelnden Krystallen kann man häufig die horizontalen Fenstersprossen im reflectirten Bilde nicht mehr unterscheiden, und benützt dann zur Einstellung das Bild des dickeren vertikalen Fensterrahmstück's, welches von jeder Fläche reflektirt dem Beobachter gerade in der Richtung von ihm nach dem Fenster hin erscheinen muss, wenn der Krystall richtig eingestellt ist.

2^{tes} Die Einstellung des Krystall's.

Hierbei kommt Alles darauf an, dass die zu messende Kante des Krystalls der Axe des Kreises parallel gemacht oder genau justirt werde, und sich nicht zu weit von dieser Axe entferne, also auch wenigstens einigermaßen centrirt werde.

Man befestiget den Krystall mit etwas Wachs auf der kleinen Scheibe *q* dergestalt, dass beide Flächen der zu messenden Kante nach oben zu liegen kommen. Hierauf macht man durch gehörige Einstellung des Knies *de* die dritte Axe *fo* der ersten Axe *ab* parallel, und setzt sich hinter das Instrument dergestalt, dass die rechte Hand an der ersten Axe des Krystallträgers drehen kann, während die linke Hand die vierte Axe desselben bewegt, und sich das rechte Auge ganz nahe über dem Krystalle befindet, um das, auf der einen (ersten) Krystallfläche reflektirte Bild des Fensters zu suchen.

Durch zweckmässige Bewegungen der genannten beiden Axen wird man sehr bald dahin gelangen, dieses Bild zu erblicken. Sobald man es erfasst hat, dreht man nur noch die vierte Axe des Krystallträgers so lange, bis die verticalen Theile des Fensterrahmens scheinbar vertical und die horizontalen Theile wirklich horizontal gesehen worden.

Dann ist die Krystallfläche der Axe des Kreises, daher auch der dritten Axe des Krystallträgers parallel, und folglich eine Linie in ihr (nemlich ihre Streichlinie) auf der zweiten Axe des Krystallträgers normal gemacht worden. Bei allen Bewegungen der zweiten und dritten Axe des Krystallträgers wird diese Linie ihre normale Lage gegen die zweite Axe unverändert behaupten.

Hierauf drehe man die zweite Axe durch einen bedeutenden Winkel (z. B. von 60°), so, dass das Knie *de* weit aus seiner anfänglichen Lage gebracht und dem Auge das Bild des Fensters entrückt wird. Um nun die-

ses Bild wieder zu gewinnen, drehe man die dritte Axe des Krystallträgers so lange, bis dasselbe erscheint; bringt man es dann genau wieder in die vorige Stellung, so ist dadurch die Krystallfläche abermals der Drehungsaxe des Kreises parallel, und folglich eine zweite Linie derselben auf der zweiten Axe des Krystallträgers normal gemacht worden. Folglich sind jetzt zwei Linien in der ersten Krystallfläche, oder, es ist diese Fläche selbst auf der zweiten Axe des Krystallträgers normal geworden, und sie wird bei allen ferneren Bewegungen dieser Axe ihre (der Axe des Kreises parallele) Lage ganz unverändert behaupten.

Dreht man nun die zweite Axe, indem man auch auf der anderen (zweiten) Krystallfläche das Bild des Fensters aufsucht, und bringt man solches Bild durch alleinige Bewegung dieser Axe in die richtige Lage, so ist auch die zweite Krystallfläche der Drehungsaxe des Kreises parallel geworden. Folglich sind nun beide Flächen dieser Axe parallel oder die zu messende Kante ist justirt.

Eine besondere Centrirung derselben ist nicht nöthig, sobald man das Instrument in der angegebenen Entfernung vom Fenster aufgestellt und der Krystall nicht zu gross ist.

3^{tens} Die Messung des Neigungswinkels am Krystall.

Man wähle eine der obersten horizontalen Leisten, oder auch die oberste (Hell und Dunkel begränzende) Randlinie des Fensters und eine untere, ihr parallele Linie, welche entweder an der Fensterbrüstung oder auf der Diele nahe vor dem Fenster angebracht ist, als die beiden Gegenstände der Beobachtung, man kann sie kurz als die obere und untere Horizontale bezeichnen. Nächst dem stelle man den Kreis so ein, dass der Nullpunkt des Nonius mit einem der Nullpunkte der Kreiseintheilung zusammenfällt, und drehe nun die erste Axe des

Krystallträgers so lange, bis auf der einen, vom Beobachter entfernter liegenden Krystallfläche das Bild der oberen Horizontale erscheint. Nachdem dieses erreicht worden, so bewege man das Auge gleichzeitig mit der ersten Axe, bis das Bild dieser oberen Horizontale mit der direkt gesehenen unteren Horizontale genau zusammenfällt; dann ist die erste Krystallfläche richtig eingestellt. Nun lasse man das Auge in seiner Stellung, während man den Kreis selbst mittelst seiner äusseren Axe (und ohne die mindeste Verrückung der inneren Axe Statt finden zu lassen) von sich weg nach vorn dreht, bis das Bild der oberen Horizontale auch auf der zweiten Krystallfläche erscheint, und wiederum mit der unteren Horizontale zur genauen Coincidenz gebracht worden ist. Dann zeigt der Nullpunkt des Nonius unmittelbar die Anzahl der Grade und Minuten an, welche dem gemessenen Winkel zukommen.

Wenn wir diess noch mehr erläutern wollen, so sehe man Taf. IX. Fig. 101 an. Denken wir uns an einem vertikalen Kreise γk einen Krystall mit dem senkrechten Durchschnitt $\alpha\beta\gamma\delta$ so befestiget, dass die Kante γ zwischen den zwei Flächen $\beta\gamma$ und $\delta\gamma$, deren Neigung oder der Winkel $\beta\gamma\delta$ zu messen sei, in der Verlängerung der Axe jenes Kreises liege. Denken wir uns das Auge des Beobachters in o , so wird dieser an der Kante γ des Krystalls vorbei einen Gegenstand v sehen können, und in der glänzenden Fläche $\gamma\beta$ wird er gleichzeitig das Bild eines Gegenstandes ξ abgespiegelt erblicken. Wird der Kreis mit dem Krystall so gedreht, dass die Fläche $\delta\gamma$ in die Lage kommt, welche vorher $\gamma\beta$ hatte, so wird dasselbe statt haben; der Beobachter wird gleichfalls gleichzeitig, neben oder auf einander, den Gegenstand v direkt und den Gegenstand ξ durch Spiegelung sehen. Damit $\delta\gamma$ in die Lage komme, welche vorher $\gamma\beta$ hatte (damit $\delta\gamma$ in die Verlängerung von $\gamma\zeta$ von $\delta\gamma$ komme), muss der Krystall um den Winkel $\delta\gamma\zeta$ d. h. um den Complement-

winkel für den gesuchten $\delta\gamma\beta$ zu 180° , gedrehet werden. Die Grösse dieses Winkels $\delta\gamma\zeta$ bestimmt man, indem man den eingetheilten Kreis sammt dem Krystall drehet, bis das bei o befindliche Auge des Beobachters das ξ und v neben oder auf einander sieht; ein Zeiger π gibt an dem Kreise an, um welchen Winkel gedreht wurde. Gesetzt, der Zeiger habe bei Null des getheilten Kreises gestanden, als die Fläche $\gamma\beta$ das Bild eines Gegenstandes ξ in das Auge o reflektirte, welches zugleich an γ vorbei v sah; um 40° (den Winkel $\delta\gamma\zeta$) müsste der Kreis sammt dem Krystall gedrehet werden, damit die Fläche $\delta\gamma$ das Bild von ξ in derselben Richtung reflektire (so dass es vor dem in o befindlichen Auge gleichfalls in der Richtung ovv gesehen wird), so ist der Winkel $\beta\gamma\delta$, unter welchem die zwei Flächen $\beta\gamma$ und $\gamma\delta$ zu einander geneigt sind, $= 180^\circ - 40^\circ = 140^\circ$.

Der Winkel also, unter welchen zwei Flächen zu einander geneigt sind, ist das Complement zu 180° von dem Winkel, um welchen man den Krystall drehen muss, damit die eine Fläche das Bild eines Gegenstandes in derselben Richtung reflektire, wie es vorher die andere that. Stand, als die eine Fläche dieses Bild in einer bestimmten Richtung reflektirte, der Zeiger bei x Graden der Theilung, so ist die Neigung beider Flächen zu einander $= 180^\circ - x^\circ$. Diesen Neigungswinkel kann man aber auch unmittelbar auf der Theilung ablesen, wenn man bei richtiger Lage der ersten Fläche, (d. h. dass sie das Bild von ξ in einer bestimmten Richtung $v\gamma o$ reflektirt) den Zeiger auf 180° stellt; drehet man dann, bis die andere Fläche in die richtige Lage kommt, so zeigt der Zeiger unmittelbar den Neigungswinkel der zwei Flächen. Steht in Fig. 105 0° an dem Zeiger, wenn die Fläche $\gamma\beta$ in der richtigen Lage ist, so kommt 40° an den Zeiger, wenn $\gamma\delta$ in diese Lage kommt, und der Winkel $\beta\gamma\delta$ wird dann $= 180^\circ - 40^\circ = 140^\circ$ gefunden; stehet 180° an dem Zeiger bei richtiger Lage der Fläche $\gamma\beta$, so wird

140° an demselben stehen, wenn die Fläche $\gamma\delta$ in die richtige Lage gekommen ist, und der Zeiger gibt also in diesem Falle den Neigungswinkel der Flächen $\beta\gamma\delta = 140^\circ$, unmittelbar an.

Diese Messungsmethode ist für das gewöhnliche Bedürfniss ausreichend. Will man sehr genau verfahren, so kann man die Messung mehrfach hintereinander repetiren, oder sie auch nur ein zweites Mal anstellen, nachdem zuvor der Kreis um seine Verticale, durch 180° gedreht worden, endlich auch die untere Horizontale durch das, ganz nahe am Instrumente angebrachte Spiegelbild der oberen Horizontale ersetzen. —

Kramp und Saussüre haben vorgeschlagen, statt der Kantenwinkel die Länge der Kantenlinien oder die Seiten der Krystallflächen zu messen, was aber unbequem ist und ungenau erscheint. Dagegen ist Frankenheim's Methode, die Winkel zu messen, welche in Poggendorff's Annalen Band 37, S. 637 beschrieben ist, bei sehr kleinen und mikroskopischen Krystallen sehr zu empfehlen.

Ganz unabhängig von dem vorigen ist Babinet's Goniometer mit zwei Fernröhren und Fadenkreuzen. Eines der Fernröhre ist fest, das andere beweglich. Nur eine Vorrichtung zum genauen Einstellen des Krystalles und eine feste Stellung des Instrumentes anstatt des Haltens in der Hand ist erforderlich. Der Kreis ist horizontal und die Stellung ist besonders bei Messungen mit der Lichtflamme sehr vortheilhaft, da man die feinste Linie der Spitze der Lichtflamme benützen kann. — Auch kann man Reflexionsgoniometer nach Wollaston und Mitscherlich in Dosenformat zu 36 fl. C. M. bei Batka in Prag haben. Ein Reflexionsgoniometer zu den genauesten Messungen geeignet kostet 150 — 200 fl. C. M. und auch viel darüber.

§. 73.

Beschreibung*zweier verbesserter Repetitions-Goniometer. *)*

Will man einen Winkel, welchen zwei Ebenen mit einander machen, mittelst eines eingetheilten Instrumentes messen, so muss man, wie aus der Geometrie bekannt ist, die Durchschnittslinie derselben, welche auch die Scheitellinie des Flächen-Winkels genannt werden kann, so stellen, dass sie verlängert durch den Mittelpunkt der Eintheilung geht und auf der Ebene durch dieselbe senkrecht steht. Am häufigsten kommt die Messung von Flächen-Winkeln in der Mineralogie vor, ist hier aber besonders schwierig, weil man, um den wahren Krystallisations-Winkel zu haben, meistens nur kleine Bruchstücke von Krystallen nehmen darf, da nur bei diesen eine vollkommene Regelmäßigkeit statt zu finden pflegt.

Von den zu Messungen dieser Art bestimmten Winkelmessern, Goniometer genannt, zeichnet sich vorzüglich Dr. Wollaston's Repetitions- und Reflexions-Goniometer aus. **) Diesem vortrefflichen Instrumente geht jedoch eine Haupt-Bedingung zum genauen Messen ab, nämlich eine Vorrichtung, um die Scheitellinie des zu messenden Flächenwinkels eines Krystalls mit Zuverlässigkeit senkrecht auf die Eintheilung über ihren Mittelpunkt zu bringen. ***)

Der Hof- und Münz-Mechanikus Breithaupt in Cassel, hat, um diesen Nachtheil zu beseitigen, eine sinnreiche Einrichtung an diesem Goniometer angebracht. Sie ist

*) Entnommen aus Gilberts Annalen der Physik. Jahrgang 1820.

**) In diesen Annal. B. 37 S. 357 beschrieben und abgebildet.

***) Ob das Mänkel'sche Repititions-Goniometer, das im Jahrgang 43 des Taschenbuchs f. ges. Mineralogie, Frankfurt 1818 beschrieben ist, dem Wollastons'schen den Rang streitig machen könne, ist schwer zu entscheiden; es leidet auch an dem hier gerügten Mangel.

für Mineralogen und alle, welche es mit Krystallen zu thun haben, von Wichtigkeit.

Seiner Absicht nach ist es bloss ein Repetitions-Goniometer. Studer hat es dahin verändert, dass es zugleich ein Reflexions-Goniometer ist und in dieser Gestalt sieht man es auf Tafel X. b. abgebildet. Fig. 106 zeigt die Seiten-Ansicht und Fig. 107 den Grundriss desselben so deutlich, dass es keiner Weitläufigkeit in der Beschreibung bedürfen wird. In beiden Figuren bedeuten einerlei Buchstaben dasselbe. *)

Das Repetitions-Goniometer des Herrn Breithaupt ist auf einem lothrecht stehenden Brette A. A. festgeschraubt und gleicht in allen seinen Theilen einem kleinen Szölligen Kreise ohne Aufsatz. An der Kreisscheibe aa., auf welcher sich die Theilung befindet, hinterem Theile ist die Hülse e. e. befestigt, in welcher sich der an der hinteren Seite der Alhidade b. b. in ihrem Mittelpunkte befindliche konische Stift c. c. sanft und ohne Wanken dreht. Die drei an der Alhidade angebrachten Nonien d. d. d. geben einzelne Minuten an. **) Der Arm f. f. an der vierten

*) Um sich in diese Figuren leichter zu finden, dienen folgende Bemerkungen:

Beide sind orthographische Projectionen des Goniometers auf lothrechte Ebenen; Fig. 106 auf eine Ebene, in welcher die Axe des Instrumentes liegt und die also den eingetheilten Kreis a. a. in seinem Mittelpunkte senkrecht durchschneidet, und Fig. 107 auf eine mit dem eingetheilten Kreise selbst parallele Ebene hinter dem Instrumente. Alle Theile, welche vor der Projectionstafel liegen, sieht man in der Figur, dagegen keinen, der sich hinter derselben befindet; die Seitenansicht Fig. 106 und die vordere Ansicht Fig. 107 geben so zusammen genommen eine, alle Einzelheiten darstellende, oder wenigstens andeutende Darstellung. Die den eigentlichen Goniometer ausmachenden Theile sind mit kleinen lateinischen Buchstaben, die Theile, welche hinter, unter und vor demselben sich befinden, mit grossen lateinischen Buchstaben bezeichnet; in Fig. 107 ist der Deutlichkeit halber das Mikroskop H. weggelassen und der Träger desselben G. als in der Mitte abgebrochen gezeichnet worden.

**) Des Dr. Wollaston Reflexions-Goniometer, wovon bei Pistor

Seite der Alhidade dient zur feinen Stellung; hat man nämlich mittelst der Schraube g. die Klammer h. unten an der Scheibe a. fest angedrückt, so lässt sich dieser Arm mittelst der Schraube ohne Ende i. sanft fortbewegen und so die Alhidade auf jeden beliebigen Punkt genau einstellen.

Auch der die Drehungs-Axe der Alhidade bildende Centerstift c. c. ist der Länge nach central und conisch durchbohrt und durch diese Durchbohrung geht der Stift k., welcher die zum Centriren der Krystalle nöthige Vorrichtung trägt und sich nebst dieser sanft um seine Axe drehen lässt. Diese Vorrichtung, an deren äusserstem Ende man in der Zeichnung den Krystall s. auf dem Stifte y. aufgeklebt sieht, besteht aus den drei übereinander liegenden Scheiben m. n. o. An der vordersten dieser Scheiben o. ist an der hintern Seite ein Schwalbenschwanz z befestigt, welcher in der Scheibe n. läuft und mittelst dessen sich die Scheibe o. nebst der ganzen auf ihr stehenden Vorrichtung, durch das Spiel der Schraube p., auf der Scheibe n. in gerader Linie fortziehen lässt. Vermöge einer ganz ähnlichen Vorrichtung kann der Aufsatz

in Berlin gute verfertigt werden, hat auf der äussern cylindrischen Fläche eines Ringes von 4 paris. Zoll Durchmesser drei Theilungen neben einander in 5, in 1, und in $\frac{1}{2}$ Grade und von diesem letzteren sind auf dem Vernier 29 in 30 gleiche Theile getheilt, so dass man mittelst des Vernier einzelne Minuten abliest. In der Zeichnung des Hrn. Münzmeisters Studer hat der eingetheilte Kreis $3\frac{1}{2}$ paris. Zoll Durchmesser; er ist also ohne Zweifel ebenfalls in halbe Grade eingetheilt und in der Figur hat man wohl, nur um sie nicht zu überladen, die Eintheilung nicht weiter als von 5 zu 5 Graden angedeutet, so wie auf jedem der drei Vernier's, die unstreitig jeder 30 Theile haben, da sie einzelne Minuten geben. Der Nullpunkt ist auf diesen Verniers der Bequemlichkeit halber in der Mitte der 30 Theile angebracht und die ersten 15 Minuten gehen in der Richtung der Theilung, die letzten nach entgegengesetzter Richtung; alle drei controlliren einander und Fehler der Excentricität werden durch sie gehoben.

q., an welchem hinten ebenfalls ein Schwalbenschwanz angebracht ist, der in der Scheibe o. läuft, mittelst der Schraube r. in einer auf der vorigen senkrechten Richtung, parallel mit der Ebene der Theilung bewegt werden; mittelst dieser beiden Bewegungen lässt sich also der Krystall s. leicht und genau centriren.

Es muss aber auch die Scheitellinie des zu messenden Flächen-Winkels des Krystalls so gestellt werden können, dass sie über dem Mittelpunkte des Instruments senkrecht auf der Ebene der Theilung steht. Dazu dient der folgende Theil der Vorrichtung. Ein kleiner Ring t. bewegt sich zwischen den Aufsätzen q. q. um die kleine stählerne Kopfschraube u. und kann mittelst der Schraube v., welche an diesem Ringe fest ist, nach zwei Seiten geneigt werden. Durch eine ähnliche Einrichtung lässt sich die an der Schraube w. befestigte Scheibe x. gegen den Ring t. rechtwinklig neigen, und in dieser Scheibe x. ist der den Krystall s. tragende Stift y. dergestalt eingeschraubt, dass er durch die Schraubengänge z. nach Befinden hoch und tief geschraubt werden kann; und durch die doppelte Neigung, die man diesem Stift y. mittelst der beiden Kopfschrauben u. und w. geben kann, ist nun der Krystall leicht senkrecht auf die Ebene der Theilung zu stellen.

Das hölzerne Fussgestelle B. des Goniometers ist ebenfalls auf dem Brett A. A. befestigt. Es trägt zugleich mit dem Goniometer auch den Aufsatz C., auf welchem das Mikroskop steht, und wird, nebst diesem, durch Schrauben-Bolzen fest gehalten, deren Köpfe D. auf die Aufsatzfüsse E. drücken, und an der untern Seite des Brettes A. mit Schraubenmuttern angezogen sind. Auf diesem Aufsatze befindet sich ein Arm F. und auf diesem ruht der Arm G., an dessen Ende ein inwendig mit einem Kreuzfaden von Spinnweben versehenes Mikroskop H. befestigt ist. Durch die Schraube J., welche in den Ansatz C. eingeschraubt ist, kann der Arm G. (da die

Schraube K. die Schraube J. weder rückwärts noch vorwärts lässt) hin- und hergezogen und durch die Schraube M. M. rechts und links gestellt werden. Auf diese Weise lässt sich in jedem Fall der Durchschnits-Punkt des Kreuz-Fadens im Mikroskop über den Mittelpunkt des Instrumentes bringen und mittelst der Druckschraube N. in jeder Stellung fest halten. Der in Fig. 108 abgebildete Stift, auf welchem vorn bei α durch einen sehr feinen Punkt die Mitte genau angegeben ist, lässt sich, nachdem man die zum Centriren des Krystalls nöthige Vorrichtung abgenommen hat, genau an dessen Stelle einpassen. Er dient, wie weiter hin erwähnt werden soll, zur Berichtigung des Mikroskops vor jedesmaligem Gebrauch des Instruments.

Wie das Goniometer hier beschrieben ist, so erhielt es von dem Hof- und Münz-Mechanikus Breithaupt in Cassel Studer zugesandt. Das Instrument war in allen seinen Theilen vortrefflich gearbeitet, die zu jeder der erforderlichen Stellungen nöthigen Berichtigungs-Schrauben waren sehr zweckmässig angebracht und die auf Silber gemachte Theilung war nicht nur sehr scharf und fein ausgezogen, sondern auch so vollkommen aus dem Mittelpunkte, um welchen sich die Alhidade bewegt, aufgetragen, dass alle drei Nonien dieselbe Minute abschnitten, so dass es gleich war, bei welchen man die Minute ablas.

Als Repetitions-Goniometer, denn nur ein solches war es, da die Winkel des Krystalls unmittelbar gemessen werden sollten, *) leistete dieses Instrument alles, was sich erwarten lies.

Dennoch blieben die Resultate immer unsicher; denn

*) Gewiss, indem man die Seitenflächen des gehörig centrirten Krystalls eine nach der andern unter den horizontalen oder senkrechten Faden des Mikroskops brachte, so dass dieser sie ganz deckte.

wenn auch unter hundert Krystallen vielleicht einer ausgewählt war, dessen Seite nahe 0,1 Zoll breit war, und der dem Auge vollkommen regelmässig zu sein schien; so erschienen die Bruchflächen und Kanten unter dem stark vergrössernden Mikroskope gewöhnlich doch zackig oder krumm.

Studer erhielt daher nicht selten Unterschiede von 10, ja wohl von 15 Minuten und man konnte sich der Wahrheit auch durch öfteres Repetiren der Winkel kaum nähern. Und selbst bei vollkommen regelmässigen Krystallen würde man, da die Schenkel des zu messenden Winkels zu kurz sind, Unterschiede von mehreren Minuten nicht vermeiden können; denn es beträgt die Sehne eines Winkels von 10 Minuten, wenn der Halbmesser 0,1 Zoll ist, nicht völlig 0,003. eines Zolles, und diese Grösse ist für das Auge kaum mehr wahrnehmbar.

Dass ungeachtet der vortrefflichen Einrichtung des Instruments auf diesem Wege der Zweck, die Krystall-Winkel bis auf 1 Minute genau zu messen, nicht zu erlangen ist, geht hieraus hinlänglich hervor.

Diese Uiberzeugung hat Studer veranlasst, auf eine Verbesserung dieses Instrumentes zu denken, und zu versuchen, ob sich nicht, ohne dass in der Hauptsache etwas abgeändert würde, eine Einrichtung anbringen liesse, welche das Verlangte leistete. Studer glaubt sie folgendermassen erreicht und durch seine Abänderung überdem noch das erlangt zu haben, dass sich das Instrument zugleich als Reflexions-Goniometer gebrauchen lässt.

Den konischen Stift *k*, welchen die zur Berichtigung der Lage des Krystalls bestimmte Vorrichtung trägt, hat Studer dergestalt verlängert, dass er über das Brett *A*. hervorragt, und dass sich hinter diesem Brette auf ihm der Knopf *l*. auf einem viereckigen Zapfen stecken und eine kleine Schrauben-Mutter vorschrauben lässt. Ferner brachte er an der hintern Seite des Brettes *A*. das Pendel *P*. an, dessen Aufhängepunkt in *Q* ist, und unter

welchem sich die Gegenspitze R. befindet. Die Feder S. dient dazu: das Pendel an dem Brette, in das es halb eingelassen ist, festzuhalten, wenn man sie vordreht. Auch sind hier von Studer noch zwei Winkelstücke O'. unten und ein Fuss O. oben an dem Brette angebracht, um auf sie das Goniometer bei der gleich anzugebenden Berichtigung des Mikroskops stellen zu können. Bei dem Beobachten dagegen steht es auf den drei Schrauben T. T. T., von denen die eine in den in der Mitte des Aufsatzes C. angebrachten Sattel U. eingeschraubt ist, die beiden andern aber durch die einander gegenüber stehenden Winkelstücke O'. hindurch gehen; mittelst ihrer lässt sich das Instrument beim Vermessen der Winkel leicht einstellen.

Endlich hat Studer noch das Fussgestell B. mittelst des Charniers V. mit einem weissen Brette W. versehen, in welchem drei parallel laufende schmale Stäbe 1, 2, 3, von Ebenholz eingeschoben sind; es lässt sich mittelst des Bogens X. in jeder schiefen Lage fest stellen und hat den Zweck, dass das zurückgeworfene Bild auf demselben projecirt werde.

Studer hat sich bei dem Gebrauche dieses so veränderten Instruments als eines Reflexions-Goniometers auf's Neue von der Nothwendigkeit vollkommen überzeugt, den Krystall mit Sicherheit so stellen zu können, dass die Scheitellinie des zu messenden Winkels senkrecht auf der Ebene des eingetheilten Kreises und genau über dem Mittelpunkte der Eintheilung steht. Denn ist der Krystall noch so wenig excentrisch aufgesetzt, immer verfällt man in den nämlichen Fehler, als messe man mit einem excentrischen Instrumente.

Es ist schon angeführt worden, dass, ehe man zur Vermessung eines Krystallisations-Winkels schreitet, es nothwendig ist, jedesmal das Mikroskop über den Mittelpunkt des Instruments zu bringen, um bei dem Centriren des Krystalls sicher zu gehen. Um diese Berichtigung

zu bewirken, löse man die Schrauben-Mutter l und nehme den Stift k. mit der darauf ruhenden Vorrichtung m. n. o. etc. ab, stecke dann statt dessen den in Fig. 108 abgebildeten Stift in die konische Oeffnung und stelle das Mikroskop vermöge der Schrauben J. und M. M. so ein, dass der Durchschnittspunkt des Kreuzfadens des Mikroskops den oben auf der Fläche des Stifts angebrachten feinen Punkt α . mitten durchschneide. Ist dieses geschehen, so ziehe man die Schraube N. fest an und hat sich dabei nichts geändert, so drehe man die Alhidade und also mit ihr den Stift herum; bleibt der Punkt unverändert unter dem Kreuzschnitt im Mikroskop während dieses Fortdrehens der Alhidade, so ist man gewiss, dass es über dem Mittelpunkte des Instruments stehet.

Nachdem diese Berichtigung gemacht ist, bringe man die zum Centriren des Krystalls nöthige Vorrichtung wieder an die Stelle des Stifts Fig. 108, so wie sie in Fig. 106 dargestellt ist und suche dann unter mehreren kleinen Krystall-Splittern die regelmässigsten mit Hilfe einer Handloupe heraus. Diesen befestige man mit Wachs oben auf dem Stifte y. und schraube dann diesen Stift höher oder tiefer, bis die obere Fläche s. des Krystalls dem Auge durchs Mikroskop ganz deutlich erscheint. Das Instrument, welches bei Berichtigung des Mikroskop's auf die Füße OO' gestellt worden war, setze man nun wieder aufrecht und die drei Schrauben T. T. T. und zwar wie schon Wollaston bemerkte, in möglichster Entfernung von einem Fenster auf einen fest stehenden Tisch, damit einer der horizontalen Fensterstäbe zur Visir-Linie dienen könne; doch ist es noch besser, wenn man dazu eine mit diesen parallel gezogene glatte Schnur nimmt. Man gewinnt durch diese Entfernung noch den Vortheil, dass, weil dann die Lichtstrahlen sehr schief auf die Krystallflächen fallen, das Bild, auch wenn die zurückstrahlende Fläche etwas matt ist, doch immer noch deutlich erscheint, welches nicht der Fall ist, wenn die einfallenden Strah-

len sich der senkrechten Lage nähern. Und ehe man weiter geht, muss nun das Instrument genau eingelothe, d. h. so gestellt werden, dass das Pendel P. mittelst der Schrauben T. T. T. gegen die Spitze R. einspielt.

Ist dieses geschehen, so bringe man das Auge dem Krystall möglichst nahe und drehe diesen mittelst des Kopfes l. so lange, bis das reflectirende Bild (wir nehmen an, es sei eine über die Fensterscheibe horizontal gezogene glatte Schnur der Gegenstand), mit einem auf der Tafel W. befindlichen schwarzen Streifen, z. B. dem mittleren, den man zugleich mit demselben und zwar unmittelbar sieht, zusammenfällt. Wenn die spiegelnde Seitenfläche des Krystalls mit der Axe des Instruments k. gleichlaufend ist, so wird das dem Auge erscheinende Bild hinter jener Fläche den schwarzen Streifen decken; ist dieses der Fall nicht, so hat man dadurch eine Anzeige, dass beide gegen einander geneigt sind und man muss dann mittelst der Schrauben v. und w. den Krystall so lange richten, bis beide Seitenflächen, welche den zu messenden Winkel bilden, wenn man sie durch Fortdrehen des Knopfes l. eine nach der andern in die eben beschriebene Lage bringt, das Bild der Schnur am Fenster-Rahmen so zurückwerfen, dass es den Streifen auf der Tafel deckt. Dann aber kann man auch völlig versichert sein, dass die Durchschnittslinie dieser beiden Seitenflächen genau waagrecht und folglich mit der Axe k. des Instruments parallel ist.

Dieses ist aber noch nicht alles, worauf es ankommt, wenn man einen Winkel auf die Minute gemessen haben will; man muss die Scheitellinie des zu messenden Winkels auch genau über den Mittelpunkt der Eintheilung auf dem Instrumente bringen. Hierzu fehlt aber allen uns bekannten Goniometern die Vorrichtung. In dem verbesserten Breithaupt'schen sind dazu der Aufsatz m, n, o ect. und das Mikroskop H. bestimmt, wie man aus der

Beschreibung gesehen hat. Das Verfahren, welches man hierbei zu beobachten hat, ist folgendes:

Nachdem man die drei Punkte, wo die Schrauben T.T.T. gestanden haben, genau bezeichnet hat, versetze man das Instrument so nahe an ein Fenster, dass der Krystall gut beleuchtet ist, stelle es auf die Füße O O' und bringe dann mittelst der Schrauben p. & r. die Scheitellinie des Winkels der beiden berichtigten Krystallflächen unter den Durchschnitt des Kreuzfadens in dem zuvor centrirten Mikroskope.

Nun stelle man die Alhidade auf den Grad, von welchem man beim Messen des Winkels anfangen will und ziehe die Schraube g. an, welche sie auf diesem Punkte festhält. Dann bringe man das Instrument wieder auf die vorige Stelle und setze es mit den Schrauben T. T. T. auf die bezeichneten Punkte. Spielt nun das Pendel P. wieder ein, welches der Fall sein muss, wenn man vorsichtig zu Werke geht und das Instrument genau so gestellt hat, wie es das erste Mal stand, so untersuche man, ob die von den beiden berichtigten Seitenflächen des Krystalls zurück geworfenen Bilder der Schnur auch jetzt noch dieselbe Linie auf der Tafel W. decken und also noch genau waagerecht sind. Findet sich dieses, so kann man die Messung mit Sicherheit beginnen.

Man drehe den Knopf l. so lange, bis das von einer der beiden Seitenflächen des zu messenden Winkels reflectirte Bild auf einen der schwarzen Streifen der Tafel W. fällt, löse dann die Schraube g. und drehe die Alhidade so lange fort, bis das Bild von der zweiten Seitenfläche auf den nämlichen Streifen fällt. Der Bogen, um welchen man die Alhidade gedreht hat, ist das Complement des zu messenden.

Wenn man das hier beschriebene Verfahren genau beobachtet, und beim Ablesen des Winkels an den drei Nonien, wozu man das Instrument wieder in gehöriges Licht stellen muss, keinen Fehler unterlaufen lässt; so

erhält man den Winkel mit einer Genauigkeit, bei der kein Fehler von einer Minute stattfindet. Hiervon kann sich jeder leicht überzeugen, der sich mit der Einrichtung und dem Gebrauche des Instruments genau bekannt macht. Zwar ist das Verfahren etwas mühsam, man gewinnt aber doch dabei offenbar selbst an Zeit, da man auf jede einzelne Vermessung gleich den wahren Winkel mit Zuverlässigkeit erhält. *) Das k. k. Polytechnicum zu Brünn besitzt ein derartig construirtes auf einer Marmorplatte ruhendes Goniometer aus dem Atelier des Hofmechanikus Breithaupt in Cassel zu einem Preise von 150 Thalern, nur mit der Abänderung, dass das Pendel P. durch eine an die Axe k. anzulegende Cylinderlibelle ersetzt wird und im Punkte ξ . noch ein bewegliches Microscop angebracht ist, während die Marmorplatte in ihrer horizontalen Einstellung durch eine Dosenlibelle regulirt wird.

*) Stimmt die Angabe der drei Verniers in der Grösse des Winkels völlig überein, so ist man vor Fehlern in der Theilung ziemlich sicher; da aber im Beobachten selbst leicht kleine Fehler vorgehen können, so darf man sich mit einer einzigen Beobachtung nicht begnügen, sondern muss den Winkel bei gleicher Vorsicht mehrmals messen, indem bei wiederholten Messungen die Fehler sich gegenseitig aufzuheben pflegen und man durch ein Mittel aus ihnen erst die wirklich zu erlangende Genauigkeit und Ueberzeugung von der Zuverlässigkeit des Verfahrens erhält. Es hat dabei dieser Goniometer denselben bedeutenden Vorzug als der Wollaston'sche, dass sich jede folgende Messung auf dem nächst anliegenden Theil des Limbus machen und so eine Reihe von Messungen zusammenhängend über den ganzen Limbus fortführen lässt. Zu dem Ende lüfte man, bei festgestellter Alhidade, die Schraubenmutter l, drehe die Axe k. sammt der auf ihr befindlichen Vorrichtung zurück, bis die erste Seitenfläche des Krystall's das Bild der Schnur zusammenfallend mit dem Ebenholzstäbchen auf dem Brettchen W. darstellt und drehe dann bei festgestelltem Krystall die Alhidade wieder vor, bis das Bild in der zweiten Seitenfläche richtig wieder erscheint. Führt man so fort, den Winkel mit gleicher Sorgfalt wiederholt zu messen, indem man den Krystall auf diese Weise abwechselnd vor- und rückwärts dreht, bis man auf dem ganzen Limbus ein oder zwei Mal

§. 74.

Zeichnung der Krystallformen.

Dem Anfänger ist es sehr anzurathen, sich möglichst mit dem Zeichnen krystallographischer Figuren zu beschäftigen. Nichts übt so das Vorstellungsvermögen, wie es für das krystallographische Studium ausgebildet werden muss, als diese Beschäftigung, und das sorgsame Vergleichen der selbstgezeichneten Figuren, der einzelnen Ecken und Linien, mit den entsprechenden Modellen und Stellen auf denselben.

Wir können hier über das krystallographische Zeichnen nur höchst Elementares geben. Denken wir uns zwei in einer Horizontalebene rechtwinklig über einander liegende Linien, die also von oben gesehen (im Grundriss) erscheinen, wie Taf. VIII. Fig. 88. — Bezeichnen wir die vier Endpunkte dieser Linien mit v (vorn), h (hinten), l (links), r (rechts), und den Durchkreuzungspunkt mit c (Centrum).

herum ist und dividirt den gefundenen ganzen Bogen durch die Zahl der Messungen, so hat man den Winkel mit der grössten, mit diesem Repetitions- und Reflexions-Goniometer zu erhaltenden Genauigkeit gemessen (die indess beim Beobachten mit unbewaffnetem Auge schwerlich weiter als bis auf höchstens eine Minnte gehen möchte). Und nähme man Vergrösserungen zu Hilfe und könnte man sich auf eine vollkommene Gestaltung der untersuchten Krystall-Splitter verlassen, so dürfte es vielleicht der Mühe werth sein, auf diese Messungen das von Gauss in der trefflichen Zeitschrift für Astronomie der Herren von Lindenau und Bohnenberger B. I. St. 2. 1816 gelehrt Verfahren zur Bestimmung des Grades Genauigkeit der Beobachtungen anzuwenden. Ist m die Anzahl der Beobachtungen und s. die Summe der Quadrate aller Beobachtungsfehler, so ist demzufolge der mittlere Fehler

der einzelnen Beobachtungen $= 0,67449 \sqrt{\frac{s}{m}}$,

und die Unsicherheit dieser Bestimmung des mittleren Fehlers (diesen wahrscheinlichen Fehler $= 1$ gesetzt) in den

Grenzen von $1 \pm \frac{0,47694}{\sqrt{m}}$ eingeschlossen. Die so grosse,

manchen vielleicht nutzlos scheinende Genauigkeit im Messen der Winkel der Krystalle ist von der grössten Wichtigkeit.

Befindet sich das Auge des Beschauers gerade über c , so wird er beide Linien erblicken, wie sie in Fig. 88 dargestellt sind; bei einer anderen Stellung des Auges werden aber die Linien dem Beschauer anders erscheinen. Befindet sich z. B. sein Auge gerade in der Verlängerung von $h v$, so wird er diese Linie zum Punkte verkürzt sehen, die Linie $l r$ dagegen in ihrer ganzen Länge. Befindet sich sein Auge in der Horizontalebene beider Linien, aber in der Richtung zwischen v und r näher nach v hin (z. B. bei x), so wird ihm die Linie $v h$ im Vergleich zu der Linie $l r$ verkürzt und ganz mit dieser zusammenfallend erscheinen. Befindet sich sein Auge ausserhalb der Horizontalebene (z. B. etwas über x), so wird ihm der Winkel $v c l$ (der in Wirklichkeit ein rechter ist) als ein spitzer, und ausserdem noch die Linie $v h$ verkürzt erscheinen. Die zwei Linien, die im Grundriss wie Fig. 88 erscheinen, zeigen sich dann, perspectivisch gesehen, wie es Fig. 89 darstellt.

Als welcher Winkel der (in Wirklichkeit rechte) Winkel $v c l$ oder (was derselbe Winkel ist) $h c r$, und in welcher Verkürzung die Linie $v h$ in dem perspectivischen Bilde erscheint, das hängt ab von der Stellung des Auges des Beobachters, ob sich dieses höher oder niedriger über der Horizontalebene $l r$ und $v h$ befindet, und ob näher nach v oder r hin. Wir wollen aber jenen Winkel und diese Verkürzung stets einerlei zeichnen. Für jenen Winkel wollen wir einen wählen, der sich immer durch eine einfache Construction genau finden lässt; wir werden dafür immer einen Winkel zeichnen, gegeben durch ein Kreissegment, dessen Sehne gleich ein Drittheil des Halbmessers ist. Um also, wenn Fig. 90 zwei aufeinander rechtwinklig (und zwar von links nach rechts und von vorn nach hinten) liegende Linien im Grundriss zeigt, die perspectivische Lage von $v h$ zu erhalten, ziehen wir von c aus mit einem willkürlichen Halbmesser Kreisbogen $a b$ und $d e$ und stechen die Punkte b und e so ab, dass

ab sowohl als $de = \frac{1}{3}$ des willkürlich genommenen Halbmessers ist; eine durch b und e gezogene Linie repräsentirt uns jetzt die Richtung, in welcher h v in der perspectivischen Ansicht liegt. Wir zeichnen also immer so, dass jede Richtung von vorn nach hinten, die in Wirklichkeit mit der Richtung von links nach rechts einen rechten Winkel macht, uns gegen diese unter einem Winkel liegend erscheint, der durch einen Bogen gegeben ist, dessen Sehne $= \frac{1}{3}$ des Halbmessers; diesen Winkel wollen wir den **Uibereinkunftswinkel** nennen, da er willkürlich gewählt ist und seine Anwendung gewissermassen auf Uibereinkunft beruht. (In verschiedenen krystallographischen Werken ist übrigens auch der Winkel, unter welchem die Richtung von vorn nach hinten gegen die von links nach rechts zu liegen scheint, verschieden gezeichnet.)

§. 75.

Fortsetzung.

Die Verkürzung, unter welcher uns jede Linie, die in der Richtung von vorn nach hinten liegt, in der perspectivischen Ansicht erscheint, wollen wir gleichfalls ein für allemal unveränderlich annehmen; wir wollen immer so zeichnen, dass, was in dieser Richtung liegt, in der perspectivischen Ansicht auf ein Drittheil seiner wirklichen Grösse verkürzt erscheine.

Die Richtung von vorn nach hinten erscheint also in Fig. 90 perspectivisch gesehen in der Richtung liegend, wie sie die gestrichelte Linie b e anzeigt. Der Punkt x, der in Wirklichkeit auf der Linie v h in dem Abstände x c von dem Durchkreuzungspunkte c liegt, erscheint in der perspectivischen Ansicht auf der gestrichelten Linie bei x in einem $\frac{1}{3}$ so grossen Abstände von c.

Wenn also von einem Grundriss eine perspectivische Ansicht zu zeichnen ist, so zeichnen wir diejenigen Linie n

in der Richtung von links nach rechts gehend, welche auch in dem Grundriss in der Richtung von links nach rechts gehen: wir zeichnen unter dem Uibereinkunftswinkel gegen die Richtung von links nach rechts geneigt, was in dem Grundriss rechtwinklig darauf steht, d. h. also die Linien, die in Wirklichkeit in der Richtung von vorn nach hinten gehen. Diejenigen Linien, die von links nach rechts gehen, zeichnen wir eben so gross, wie sie in dem Grundriss sind; diejenigen, welche von vorn nach hinten gehen, zeichnen wir in $\frac{1}{3}$ ihrer wirklichen Grösse. Bei der perspectivischen Zeichnung eines Grundrisses lassen wir eine von links nach rechts gehende Linie nicht nur ihre wirkliche Richtung und Grösse beibehalten (dieses findet ja für alle von links nach rechts gehende Linien statt), sondern auch ihre wirkliche Lage; diese eine Linie ist dieselbe in dem Grundriss der Figur und in der darauf gezeichneten perspectivischen Ansicht derselben. In den vorhergehenden Beispielen war dies die mit *lr* bezeichnete Linie. Man unterscheidet diese Linie so, dass man sagt: es ist die Linie, um welche sich der Grundriss dreht, damit er in der perspectivischen Ansicht erscheine. Bei der Betrachtung des Grundrisses einer Figur denkt man sich nemlich das Auge gerade darüber, bei der perspectivischen Ansicht aber denkt man sich es sie in schiefer Richtung betrachtend; anstatt den Ort des Auges zu verändern, wenn man von der Betrachtung im Grundriss zu der perspectivischen Ansicht übergehen will, kann man auch die im Grundriss dargestellte Figur selbst sich drehend denken, und zwar um eine Linie, welche die eben hervorgehobene ist, die nämlich ihre Richtung, Grösse und Lage unverändert behält, während die andern Linien in der perspectivischen Ansicht theils eine andere Lage, theils auch eine andere Richtung und Grösse als in dem Grundriss haben. Man kann diese eine, eben hervorgehobene, Linie auch wohl so bezeichnen, dass man sagt, der Grundriss werde in Beziehung auf sie in Perspective gelegt.

§. 76.

Fortsetzung.

Es stelle Figur 91 in der ausgezogenen Linie lr und den gestrichelten Linien vh und ab einen Grundriss vor, von zwei sich kreuzenden Linien, die von links nach rechts und von vorn nach hinten gehen, und wo an dem einen Endpunkte vorn (v) der einen sich noch eine kleinere, mit der andern Linie parallel gehende befindet. Dieser Grundriss wird in Beziehung auf die Linie lr in Perspective gelegt, indem man diese Linie des Grundrisses auch zugleich als die perspectivische Ansicht derselben gelten lässt; indem man weiter die Linie vh (die in der Richtung von vorn nach hinten geht), unter dem Uibereinkunftswinkel legt; indem man auf der so bestimmten perspectivischen Linie für die Richtung von vorn nach hinten den Ort für v dadurch bestimmt, dass man $\frac{1}{3}$ der Länge cv auf dem Grundriss von c aus auf der perspectivischen Richtung von vorn nach hinten aufträgt; und indem man endlich durch diesen perspectivischen Ort von v eine Linie in der Richtung von links nach rechts zieht, von derselben Grösse, wie die durch v in dem Grundriss gehende Linie ab . So erhält man die Fig. 91 in ausgezogenen Linien dargestellte perspectivische Ansicht.

Jeder Punkt eines Grundrisses ist in Beziehung auf eine Linie, die durch diesen von links nach rechts geht, leicht in Perspective zu legen; man verbindet jenen Punkt mit dieser Linie durch eine Hilfslinie in der Richtung von vorn nach hinten, d. h. man fällt aus jenem Punkte einen Perpendikel auf diese Linie, legt diesen Perpendikel unter dem Uibereinkunftswinkel in Perspective, trägt ein Drittheil des perpendikulären Abstandes jenes Punktes von besagter Linie auf der perspectivischen Ansicht des Perpendikels ab und erhält so den gesuchten perspectivischen Ort des Punktes.

Es versteht sich von selbst, dass nach der hier befolgten Art zu zeichnen, Alles, was in dem Grundriss

hinter der Linie liegt, in Beziehung auf welche in Perspective gelegt werden soll, in der perspectivischen Ansicht über dieser Linie liegt, und Alles, was im Grundriss vor ihr liegt, in der perspectivischen Ansicht unter ihr.

Es sei das Fig. 92 durch gestrichelte Linien im Grundriss dargestellte Quadrat in Perspective zu legen, und zwar in Beziehung auf eine Linie, die durch die Ecken links und rechts des Quadrates geht. Man zieht diese Linie (sie ist in der Figur punktirt); in ihr liegen die Ecken l und r des Quadrates, deren Ort also in der perspectivischen Ansicht derselbe bleibt, wie in dem Grundriss.

Ein aus h auf diese Linie gefällter Perpendikel (er treffe sie bei c) geht verlängert auch durch v; man legt diesen Perpendikel um, unter dem Uibereinkunftswinkel; er kommt so in die Richtung a b zu liegen, welche also in der perspectivischen Ansicht die Richtung von vorn nach hinten andeutet. Auf der Linie a b liegen also die perspectivischen Punkte für die Ecken v und h des Grundrisses und zwar von c $\frac{1}{3}$ so weit abstehend, als es in dem Grundriss der Fall ist (die Abstände v c und c h, als in der Richtung von vorn nach hinten gelegen, zeichnen wir ja perspectivisch auf $\frac{1}{3}$ der wirklichen Grösse verkürzt.) So bekommt man für die Punkte v und h des Grundrisses ihre perspectivischen Orte; für l und r sind sie gleichfalls bestimmt; die Linien, welche sie verbinden (die in Fig. 92 ausgezogenen) geben also die perspectivische Ansicht eines mit einer Ecke nach vorn liegenden Quadrates.

§. 77.

Fortsetzung.

Der Anfänger wird sehr wohl thun, mehrere im Grundriss gezeichnete Figuren in Beziehung auf eine bestimmte von links nach rechts gehende Linie nach obigen Regeln in Perspective zu legen. Zur Vermittlung solcher

Uibungen ist in Fig. 93 ein Tetragon in Beziehung auf eine Linie, die durch die Mitte zweier gegenüberliegenden Seiten geht (also ein Tetragon, das mit einer Seite nach vorn liegt,) in Fig. 94 ein Hexagon in Beziehung auf eine eben solche Linie (also ein Sechseck, das mit einer Ecke nach vorn, oder normal liegt) in Fig. 95 ein Hexagon in Beziehung auf eine Linie, die durch zwei gegenüberliegende Ecken geht (also ein Hexagon, welches mit einer Seite nach vorn, oder diagonal liegt) im Grundriss (die gestrichelten Linien) und in der perspectivischen Ansicht (die ausgezogenen Linien) gezeichnet.

Es sind in diesen Figuren auch die in Anwendung kommenden Hilfslinien (punktirt) eingetragen. Tab. IX. Fig. 96 und 97 geben Grundrisse und perspectivische Ansichten ohne diese Hilfslinien; hier ist immer nur die Linie punktirt eingetragen in Beziehung auf welche in Perspective gelegt wurde. Jedes Eck einer perspectivischen Ansicht ist mit demselben Buchstaben bezeichnet, wie das entsprechende Eck des Grundrisses. — Jeder Anfänger wird leicht selbst noch mehrere Grundrisse verschiedenartiger Figuren und perspectivische Ansichten derselben zu construiren wissen.

Wir haben bisher nur das perspectivische Zeichnen von Figuren betrachtet, die in Wirklichkeit in einer horizontalen Ebene liegen; bei den krystallographischen Figuren sind auch Linien zu zeichnen, die in der Richtung von oben nach unten gehen. Wir zeichnen diese in unveränderter Richtung und unveränderter Grösse. Was also senkrecht von oben nach unten geht, und in Wirklichkeit einen rechten Winkel mit der Richtung von links nach rechts macht, zeichnen wir auch in der perspectivischen Ansicht unter einem rechten Winkel gegen diese Richtung.

Alle Linien also, die in einer Krystallfigur von oben nach unten und von links nach rechts gehen, werden in ihrer natürlichen Richtung und Länge gezeichnet; alle, welche von vorn nach hinten gehen, werden unter dem

Uibereinkunftswinkel gegen die Richtung von links nach rechts geneigt gezeichnet und auf ein Drittheil ihrer natürlichen Länge verkürzt. Alle wirklich parallelen Linien zeichnen wir auch in der perspectivischen Ansicht parallel; solche Abschnitte auf einer und derselben Linie, die in Wirklichkeit gleich gross sind, zeichnen wir auch in der perspectivischen Ansicht gleich gross. Abschnitte auf Linien in verschiedenen Richtungen können natürlich in der perspectivischen Ansicht oft sehr verschieden gross erscheinen, wenn sie auch in der Wirklichkeit gleich gross sind.

§. 78.

Fortsetzung.

Seien drei Linien zu zeichnen, von welchen die eine senkrecht von oben nach unten, die zweite horizontal von links nach rechts, die dritte horizontal von vorn nach hinten geht, und welche drei Linien sich in einem Punkte schneiden. Wir ziehen zuerst die Linie von links nach rechts, legen die Linie von vorn nach hinten unter dem Uibereinkunftswinkel gegen die erstere, und ziehen dann die Linie von oben nach unten durch den Schneidungspunkt, rechtwinklig gegen die Linie von links nach rechts. So ergiebt sich Fig. 98, welche also die Richtungen vorn (v) nach hinten (h), links (l) nach rechts (r), oben (o) nach unten (u) andeutet. Sollen auf diese Linien Punkte aufgetragen werden, welche gleich weite Abstände von dem Durchkreuzungspunkte der Linien (c) darstellen, so zeichnen wir diese Punkte auf die Linien von links nach rechts und von oben nach unten wirklich gleich weit von c abstehend, auf die Linie von vorn nach hinten aber $\frac{1}{3}$ so weit von c abstehend. Die Punkte v, h, l, r, o, u, Fig. 98 deuten also Abstände von c an, die in Wirklichkeit gleich gross sind.

Sei ein Würfel zu zeichnen, dessen Kanten 1 Pariser Zoll lang sind, der auf einer Fläche aufsteht, und mit ei-

ner Fläche nach vorn gerichtet ist. Man beginne an einer Fläche, welche die Basis vorstellt, indem man (Fig. 99) die vordere untere Kante, von links nach rechts, a b in der wirklichen Grösse zieht. An a und b stossen die unteren Kanten, die links und rechts von vorn nach hinten gehen, a c und b d; diese zeichnen wir unter dem Uibereinkunftswinkel gegen a b geneigt, und auf $\frac{1}{3}$ ihrer wirklichen Länge verkürzt. Die hintere untere Kante c d wird wieder in ihrer wirklichen Grösse und Richtung (von links nach rechts) gezeichnet. Auf a, b, c und d kommen die vertikalen Kanten zu stehen, welche also in wirklicher Grösse und wirklicher Richtung (von oben nach unten) gezeichnet werden; ihre oberen Endpunkte werden dann durch Kanten verbunden, von denen auch wieder die von links nach rechts gehenden in ihrer wirklichen Grösse und Richtung, die von vorn nach hinten gehenden aber verkürzt und in abgeänderter Richtung erscheinen.

§. 79.

Fortsetzung.

Nach den bereits bestimmten Eckpunkten bildet davon abhängig den eigentlichen Gegenstand der Krystallzeichnung das Kantennetz der zu zeichnenden Krystallform.

Die vorderen, dem Beobachter zugewendeten Kanten werden stark ausgezogen; die hinteren, vom Beobachter abgewendeten Kanten werden zart punktirt; Linien innerhalb der Krystallform z. B. Axen, werden gestrichelt-punktirt.

Bei der wirklichen Ausführung der Zeichnung werden zuvörderst alle, zur Projektion der Eckpunkte erforderlichen Constructionen auf etwas starkem Zeichenspapiere mittelst einer feinen Stahlspitze vollzogen, um das System dieser Punkte mit möglichster Genauigkeit zu Papier zu bringen. Von dem so erhaltenen Brouillon werden nun die Eckpunkte durch feine Nadelstiche auf das, zur Darstellung bestimmte Papier übertragen. Hierauf

verbindet man erst diejenigen Eckpunkte, welche vordere Kanten zwischen sich haben aus freier Hand durch zarte Bleistiftlinien, und ziehet dann die letzteren mit Lineal und Reissfeder stetig aus. Nachdem man diess beendigt, legt man auf dieselbe Weise die hinteren Kanten erst mit Bleistift an, bevor man sie mit Lineal und Reissfeder als punktirte Linien ausführt.

Auf solche Weise vermeidet man die sonst sehr leicht vorkommenden Fehler, entweder ganz falsche Kantenlinien einzutragen, oder eine hintere Kante stetig auszuziehen, statt sie zu punktiren.

Die Flächen der einzelnen Formen werden, anderweiter Erläuterungen wegen, gewöhnlich noch mit Buchstaben bezeichnet. —

Die Geometrie descriptiv wird diesen Gegenstand ausführlicher behandeln; oder wer sich für alle Krystallformen im Zeichnen genau instruiren will, der lese Haidinger's Handbuch p. 61, 74, 78 und 225 nach.

Applicativer Theil.

Grundgestalten.

§. 80.

Grundgestalt des Tesseral-System's.

Das Oktaëder. Naumann. Mohs. Haid.

Osmistěn oder Jehlanec stejnostranný. Böhm.

Der Achtflächner. Breith.

Das Achtflach. Bernhardi.

Das reguläre Oktaëder. Glocker. Hausmann. Die reguläre vierseitige Doppelpyramide, das regelmässige Oktaëder, die tesserale Pyramide, das tesserale Oktaëder.

Der Eckling. Volger.

Das Oktaëder ist eine von acht gleichen Trigonon umschlossene Gestalt, mit zwölf gleichen

regelmässigen Kanten und sechs gleichen tetragonalen Ecken.

Die Neigungswinkel der Kanten messen $109^{\circ} 28' 16''$. Das Octaëder hat drei tetragonale Axen (Eckenaxen), sie verbinden je zwei gegenüberliegende Eckpunkte; vier hexagonale Axen (Flächenaxen), sie verbinden die Mittelpunkte zweier Gegenflächen; sechs rhombische Axen (Kantenaxen), sie verbinden die Mittelpunkte der gegenüberliegenden Kanten. Die tetragonalen Axen sind die Hauptaxen, in dieser Stellung ist die horizontale Projektion ein Tetragon. Die hexagonalen Axen schneiden sich nach den Gesetzen des hexagonalen, die rhombischen nach den Gesetzen des rhombischen Krystallsystems, in ersterer Stellung ist die horizontale Projektion ein Hexagon, in letzterer ein Rhombus.

Im Oktaëder gibt es drei Hauptschnitte, welche Tetragone sind, vier hexagonale und sechs rhombische Nebenschnitte, alle gleichnamigen sind gleichwerthig. Die Parameter so wie die drei Haupt-Axen beim Oktaëder zeigen das Verhältniss $1 : 1 : 1$.

Die tetragonalen, hexagonalen und rhombischen Axen des Oktaëders verhalten sich $= 1 : \frac{1}{2} \sqrt{3} : \frac{1}{2} \sqrt{2}$.

Das krystallographische Symbol des Oktaëders ist: O. Naumann, Mohs, Haid.....; ($a : a : a$). Weiss, Köhler.

Die Berechnung des Oktaëders.

Man habe den Winkel zu suchen, welchen je zwei benachbarte Flächen des Oktaëders mit einander einschliessen. Der Schnitt, welcher das Maass des Neigungswinkels der Flächen gibt, ist ein Rhombus, dessen Winkel sich berechnen lassen, wenn das Verhältniss seiner Diagonalen bekannt ist. Es sei die Kante des Oktaëders $= 1$. Der Schnitt durch die Kanten ist ein Tetragon und seine Diagonalen somit unter einander $= \sqrt{2}$. Man betrachte ferner Tab. IX. Fig. 100 und denke sich, was auch wirklich der Fall ist, $X Y X' Y'$ sei der rhombische Ne-

benschnitt des Oktaëders, a und b die halben Diagonalen des Rhombus $X Y X' Y'$, so wird $Y' Y$ gleich sein der Kante des Oktaëders, somit $Y' Y = 1$. Es verhalten sich die Diagonalen des Rhombus $X Y X' Y' = \sqrt{2} : 1$. Der Winkel $X Y X'$ ist der Neigungswinkel der Oktaëderflächen $= 109^\circ 28' 16''$. — Bei krystallographischen Rechnungen erhält man sehr oft, wie hier den Ausdruck der Tangente des halben Winkels durch das Verhältniss der Diagonalen ausgedrückt. Es gibt aber eine Formel unmittelbar für den Cosinus des ganzen Winkels, nemlich:

$\text{Cos. } Y' X Y = \frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2}$, welche sehr bequem ist und die wir hier aus Fig. 100 $\frac{1}{2}$ ableiten.

Gesucht $\text{Cos. } 2 A C B$ oder $\text{Cos. } A C D = \frac{c}{b}$ durch
Tangente $A C B = \frac{a}{r}$.

Es ist $b^2 - c^2 = 4a^2 - r^2 = d^2$

$b^2 - c^2 = 4a^2 - (b - c)^2$

$a^2 + r^2 - c^2 = 4a^2 - b^2 + 2bc - c^2$

$r^2 = 3a^2 - b^2 + 2bc$

$bc = \frac{b^2 + r^2 - 3a^2}{2}$

$\frac{c}{b} = \frac{a^2 + r^2 + r^2 - 3a^2}{2b^2}$

$\frac{c}{b} = \frac{2r^2 - 2a^2}{2r^2 + 2a^2}$ oder $\text{cos. } 2\alpha = \frac{1 - \text{tang}^2 \alpha}{1 + \text{tang}^2 \alpha}$.

Die Tangente des halben Winkels ist aber $\frac{b}{a}$, also der Cosinus des Ganzen wie oben, wobei der Vorthail ist, dass die Formel keine Wurzelgrösse enthält, während die Linien, Axen, Diagonalen u. s. w. am bequemsten und natürlichsten, und oft gar nicht anders als durch Wurzelgrössen auszudrücken sind.

Für das Oktaëder, für welches $a = \sqrt{2}$, $b = 1$

ist, erhält man $\cos. X Y' X' = \frac{b^2 - a^2}{b^2 + a^2} = \frac{1 - 2}{1 + 2} = \frac{1}{3}$,

welches zu $109^\circ 28' 16''$ gehört.

Der Winkel der hexagonalen Axen des Oktaëders, welchen sie einschliessen, ist, da in einem Viereck die Summe der Winkel $= 360$ Grad sein muss, das Supplement von $109^\circ 28' 16''$ zu 180° oder $70^\circ 31' 44''$.

Berechnung aus dem Hexakisoktaëder.

Diese Berechnungsmethode erwächst aus den Ableitungszahlen und die wichtigsten Probleme der Berechnung sind die Neigungswinkel und die Zwischenaxen. Aus den Formeln für das Hexakisoktaëder (den Achtundvierzigflächner) lassen sich die Formeln für alle übrigen Vollflächner des Tesseralsystems finden.

Kantenwinkel. In jedem Hexakisoktaëder $m On$ sei

die längste Kante $= A$

die mittlere Kante $= B$

die kürzeste Kante $= C$

so wird, wenn $m^2 n^2 + m^2 + n^2 = M$ ist

$$\cos. A = - \frac{mn (mn + 2)}{M}$$

$$\cos. B = - \frac{m^2 n^2 + m^2 - n^2}{M}$$

$$\cos. C = - \frac{n (2m^2 + n)}{M}$$

Hieraus folgt, dass $A = C$, wenn $n = \frac{2m}{m+1}$.

Zwischenaxen. Setzt man in dem Hexakisoktaëder $m On$:

die halbe trigonale Zwischenaxe $= T$;

die halbe rhombische Zwischenaxe $= R$,

so findet sich:

$$T = \frac{mn \sqrt{3}}{mn + m + n}$$

$$R = \frac{n \sqrt{2}}{n + 1}$$

Da nun in der Grundgestalt $m = n = 1$, so wird für sie:

$$T = \sqrt[1]{3}, R = \sqrt[1]{2}.$$

Nehmen wir diese Werthe als die Grundwerthe beider Halbaxen an, so können wir die ihnen in den übrigen Formen zukommenden Werthe als Multipla der Grundwerthe ausdrücken, und die entsprechenden Coëfficienten t und r werden daher

$$t = \frac{3 m n}{m n + m + n}$$

$$r = \frac{2 n}{n + 1}.$$

Wir wollen diese Grössen künftig die Coëfficienten der Zwischenaxen nennen.

Im Oktaëder 0 ist die Kante $B = 109^{\circ} 28'$, $t = 1$ und $r = 1$. —

Das Netz des Oktaëders.

Tab. I. Fig. 1. Mit einer beliebigen Zirkelöffnung, welche der Länge einer Oktaëderkante entspricht, beschreibe man einen Kreis, trage den Halbmesser viermal als Sehne ein, verbinde die dadurch enthaltenen Punkte unter einander und mit dem Mittelpunkte durch gerade Linien, so erhält man die vier Trigone; auf jedem dieser vier Trigone construire man ein dieses congruentes Dreieck, indem man aus den Sehnenpunkten mit der Zirkelöffnung Kreuzbogen beschreibt und die dadurch erhaltenen Punkte mit den Sehnenpunkten durch Linien verbindet, wodurch vier Trigone erhalten werden, welche mit den schon vorhandenen ein Oktaëdernetz bilden. — Oder man beschreibe in einem construirten Kreise vier Trigone, errichte an einem der Ecktrigone abermals ein congruentes Dreieck, aus dessen Spitze man abermals einen Kreis zieht, um in demselben die andern drei gleichseitigen Dreiecke zu verzeichnen.

Vorkommen des ausgebildeten Oktaëders.

In der Natur: Am Flussspath, Spinell, Chlorospisell, Diamant, Magneteisenerze, Rothkupfererze, Gold, Pyrit, Kobaltkies, Kobaltglanz, Glaserz, Alaun, Salmiak, Eisen, Automolit, Franklinit, Buntkupfererz, Titaneisen, Pyrochlor, Chromeisen, Faujasit.

Bei künstlichen Verbindungen: am Chromalaun, Salmiak aus reiner wässriger, Chornatrium aus harnstoffhaltiger Lösung krystallisirt, Kaliumplatinchlorid.

Es gibt nur ein Oktaëder.

§. 81.

Grundgestalt des 'Tetragonal-System's.

Die tetragonale Pyramide. Naum.

Jehlanec čtvercový oder čtyrstěnný oder stejno-ramený. Böhm.

Die gleichkantige vierseitige Pyramide. Mohs.

Die Pyramide. Haid.

Das tetragonale Pyramidoëder, der tetragonale Pyramidenflächner. Breith.

Das Quadratoktaëder. Bernb. Hausm. Weiss.

Das viergliedrige Oktaëder. Weiss.

Das quadratische Oktaëder. Glocker.

Der Quadratachtflächner. Köhler.

Das tetragonale Oktaëder.

Der Zinkling. Volger (spitzig); der Stutzling. Volger (stumpf).

Eine tetragonale Pyramide ist eine von acht gleichen und ähnlichen gleichschenkligen Dreiecken umschlossene Gestalt, mit zwölf zweiwerthigen Kanten und sechs zweiwerthigen Ecken, deren Flächen in zwei vierzählige Flächensysteme vertheilt sind.

Die Kanten sind zweiwerthig, acht symmetrische, Pol-Kanten, vier regelmässige, Mittelkanten.

Die Ecken sind ebenfalls zweiwerthig, zwei tetragonale, Polecke, vier rhombische, Mittelecke.

Eine tetragonale Pyramide ist scharf oder spitz, wenn die Polkanten länger als die Mittelkanten, oder wenn die Polecke spitzer sind als die Ecke des tesseraleen Oktaëders, oder wenn die Polkanten grösser sind als die Mittelkanten, oder wenn der ebene Winkel (der Scheitelwinkel

des gleichschenkligen Dreiecks) an den Polecken weniger als 60° misst, oder wenn die Hauptaxe länger ist als die Nebenaxen, oder wenn der Werth des Coëfficienten $m > 1$ ist; wenn das entgegengesetzte Verhältniss von allen genannten Statt findet, nennt man die tetragonale Pyramide eine stumpfe oder gedrückte. In der Mitte zwischen beiden steht das tesserale Oktaëder.

Die tetragonale Pyramide hat eine absolute Hauptaxe, die ungleiche nemlich und zwei gleiche Nebenaxen. Die Hauptaxe ist eine tetragonale, die Nebenaxen sind rhombisch. Alle sind Eckenaxen.

Wenn die tetragonale Pyramide aufrecht steht, ist die horizontale Projection ein Tetragon; steht sie auf der Nebenaxe ist die horizontale Projection ein Rhombus.

Bei der tetragonalen Pyramide gibt es drei zweiwerthige Hauptschnitte, nemlich zwei rhombische vertikale und einen tetragonalen horizontalen; sechs zweiwerthige Nebenschnitte, nemlich zwei verticale und vier geneigte.

Bei der tetragonalen Pyramide wird die halbe Nebenaxe mit 1 , die halbe Hauptaxe mit a bezeichnet.

Es gibt drei, ihrer Flächenstellung nach wesentlich verschiedene Unterarten der tetragonalen Pyramide:

1^{tens} Tetragonale Pyramide der ersten Art; ihre Flächen sind rechtwinklig auf den diagonalen Hauptschnitten oder gleich geneigt gegen je zwei normale Hauptschnitte des Axensystems; ihre Mittelkanten schneiden die Nebenaxen unter 45° .

2^{tens} Tetragonale Pyramiden der zweiten Art; ihre Flächen sind rechtwinklig auf den normalen Hauptschnitten oder gleich geneigt gegen je zwei diagonale Hauptschnitte des Axensystems; ihre Mittelkanten schneiden die Nebenaxen unter 90° .

3^{tens} Tetragonale Pyramiden der dritten Art; ihre Flächen sind weder auf den diagonalen, noch auf den normalen Hauptschnitten rechtwinklig; ihre Mittelkanten

schneiden die Nebenaxen unter Winkeln, welche $>$ und $<$ als 45° sind, ohne doch die Gränze 0° und 90° zu erreichen. —

Die Grundform einer jeden tetragonalen Krystallreihe ist allemal eine Pyramide der ersten oder zweiten Art; die der dritten Art gehört zu den hemiëdrischen Formen.

Die Parameter so wie die drei Axen bei der tetragonalen Pyramide der ersten Art zeigen das endliche Verhältniss $a : 1 : 1$; bei der Pyramide der zweiten Art $a : 1 : \infty$; bei der Pyramide der dritten Art $a : \infty : 1$.

Das krystallographische Symbol der tetragonalen Pyramide erster Art ist: mP . Naumann; $P \pm n$. Mohs. ($P + n$ spitz, $P - n$ stumpf); P . Haid; ($a : a : xc$). Köhler. Die Pyramide der zweiten Art hat das Symbol: $mP \infty$. Naumann; ($a : \infty a : xc$) Köhler.

Berechnung.

In einer jeden tetragonalen Pyramide mP der ersten Art wird die Polkante mit X und die Mittelkante mit Z bezeichnet; man findet:

$$\cos. X = - \frac{1}{2 m^2 a^2 + 1}$$

$$\cos. Z = - \frac{2 m^2 a^2 - 1}{2 m^2 a^2 + 1}$$

$$\cos. \frac{1}{2} X : \cos. \frac{1}{2} Z = m a : 1$$

$$r = 1.$$

In jeder tetragonalen Pyramide $mP \infty$ der zweiten Art wird die Polkante mit Y und die Mittelkante mit Z bezeichnet; man findet:

$$\cos. Y = - \frac{1}{m^2 a^2 + 1}$$

$$\cos. Z = - \frac{m^2 a^2 - 1}{m^2 a^2 + 1}$$

$$\cos. \frac{1}{2} Y : \cos. \frac{1}{2} Z = m a : \sqrt{2}$$

$$r = 2.$$

Die tetragonale Pyramide der dritten Art ist bei den hemiëdrischen Formen zu bezeichnen.

Das Netz der tetragonalen Pyramide.

Taf. II. Fig. 17 und 18. Soll das zu verfertigende Netz in einer bestimmten Beziehung zum tetragonalen Prisma stehen, so beschreibe man aus einer Seitenkante und der halben Grundfläche ein rechtwinkliges Dreieck, in welchem diese zwei Linien die Katheten bilden, beschreibe mit der Hypothenuse einen Kreis und trage die halbe Diagonale der Grundfläche viermal als Sehne in den Kreis; verbinde diese Sehnenpunkte unter sich und mit dem Mittelpunkte durch gerade Linien, so hat man vier gleichschenklige Dreiecke. Auf jedem dieser Dreiecke errichtet man ein ihm congruentes Dreieck, indem man mit dem Halbmesser die Spitze dieser Dreiecke durch Kreuzbogen bestimmt und die so erhaltenen Punkte mit Sehnenpunkten verbindet. Man erhält auf diese Art das Netz einer tetragonalen Pyramide, deren Ecke in die Mitten der Flächen des tetragonalen Prisma fallen, je nachdem nun das Prisma höher oder niedriger ist, wird man eine spitze oder stumpfe Pyramide erhalten. — Will man das Pyramiden-Netz ohne Beziehung auf das Prisma zeichnen, so nimmt man den Schenkel des Dreiecks beliebig an und beschreibt damit einen Kreis, trägt hierauf eine beliebig lange Linie viermal als Sehne ein und vollendet das Netz; will man das Netz einer stumpfen Pyramide, so nimmt man die Grundseite des Dreiecks grösser als den Schenkel an; verlangt man das Netz einer spitzen Pyramide, so muss die Grundseite kleiner als der Schenkel des Dreiecks sein.

Zeichnung der Pyramide siehe Naumann's Krystallographie P. 139—141.

Vorkommen der ausgebildeten tetragonalen Pyramide.

In der Natur: am Zinnerz, Zirkon, Scheelit, Anatas, Kupferkies, Uranglimmer, Malakon, Hausmannit, Braunit, Gelbbleierz, Vesuvian, Apophyllit, bei letzteren dreien schon in Combinationen.

Bei künstlichen Verbindungen: Drittel-Arsenik-nikel, Quecksilberjodid, phosphorsaures Kali, arsensaures Kali, Quecksilbercyanid, Ferrocyankalium, Mellithsaure Thonerde, Ameisensaurer Strontian, Hämatoxylin.

Es gibt viele tetragonale Pyramiden, deren Ausmass:

Als Grundform beim Zinnstein P, bei welcher
 $a: 1: 1 = \sqrt{5}: \sqrt{11}: \sqrt{11}$.

Grundform des Scheelspathes P, bei welcher
 $a: 1: 1 = \sqrt{11}: \sqrt{10}: \sqrt{10}$.

Zinnstein:	X (Polkante)	121° 35' 17";	Z (Mittelkante)	87° 16' 14".
Scheelit:	" "	108 12 36 ;	" "	112 1 28.
Zirkon:	" "	123 19 ;	" "	84 20
Anatas:	" "	97 36 ;	" "	136 22
Hausmannit:	" "	103 25 ;	" "	117 34
Braunit von Wunsiedel:	" "	109 55 ;	" "	108 39
Braunit von Elgersberg:	" "	96 33 ;	" "	140 30
Mellithsaure Thonerde:	" "	118 4 ;	" "	93 22.

§. 82.

Grundgestalt des Rhomben-System's.

Die rhombische Pyramide. Naumann.

Jehlanec nestejnoramený oder jinostranný oder koso-
 čtvercový, Přimotvar. Böhm.

Das Orthotyp oder die ungleichschenklige vierseitige Pyra-
 mide. Mohs. Orthotyp. Haid.

Das rhombische Pyramidoëder, der rhombische Pyramiden-
 flächner. Breithaupt.

Das Rhombenoktaëder. Bernh. Hausmann. Weiss.

Das zwei- und zweigliedrige Oktaëder, zwei- und zweikantige
 Oktaëder. Weiss.

Das orthorhombische Oktaëder. Glocker.

Der Rhombenachtflächner. Köhler.

Das rhombische Oktaëder, das Rautenachtfläch.

Eine rhombische Pyramide ist eine von
 acht gleichen und ähnlichen Skalenen um-
 schlossene Gestalt, mit zwölf dreiwerthigen
 symmetrischen Kanten und achtdreiwerthigen
 rhombischen Ecken.

Die zwölf dreiwerthigen symmetrischen Kanten der
 rhombischen Pyramide zerfallen:

- a) in vier kürzere, stumpfere Polkanten oder brachy-
 diagonale Polkanten.

b) in vier längere, schärfere Polkanten oder makro-diagonale Polkanten.

c) in vier Mittelkanten.

Die acht dreiwerthigen rhombischen Ecken zerfallen:

a) in zwei Polecke.

b) in zwei spitzere Mittelecke oder makrodiagonale Mittelecke.

c) in zwei stumpfere Mittelecke oder brachydiagonale Mittelecke.

Die rhombische Pyramide hat drei relative rhombische Hauptaxen (Eckenaxen) und in jeder dieser Stellungen zur horizontalen Projektion einen Rhombus, doch von verschiedenem Werthe.

Bei der rhombischen Pyramide gibt es drei Hauptschnitte, alle Rhomben; der eine Schnitt, welcher durch die beiden Nebenaxen gelegt und von den Mittelkanten begränzt wird, ist der basische Schnitt. Derjenige vertikale Hauptschnitt, welcher durch die Hauptaxe und die Makrodiagonale der Basis gelegt und von den schärferen und längeren Polkanten begränzt ist, heisst der makrodiagonale Hauptschnitt. Der andere vertikale Hauptschnitt, welcher durch die Hauptaxe und die Brachydiagonale der Basis gelegt und von den stumpferen, kürzeren Polkanten begränzt ist, heisst der brachydiagonale Hauptschnitt. Ferner können noch bei der rhombischen Pyramide sechs dreiwerthige Nebenschnitte Statt finden, als zwei vertikale, zwei makro- und zwei brachy-diagonale Nebenschnitte. —

Bei der rhombischen Pyramide wird die halbe relative Hauptaxe mit a , die halbe grössere Nebenaxe (Makrodiagonale) mit b , die halbe kleinere Nebenaxe (Brachydiagonale) mit c bezeichnet.

Es gibt drei, ihrer Flächenstellung nach wesentlich verschiedene Unterarten der rhombischen Pyramide:

1^{tens} Die Grundpyramide. mP . oder Pyramide der vertikalen Hauptreihe.

2^{tens} Die Makropyramide oder Pyramide der makrodiagonalen Hauptreihe. Man multiplizire zunächst die Makrodiagonale mit einer rationalen Zahl n (die stets grösser als 1), und lege darauf in jede brachydiagonale Polkante von mP zwei Flächen, welche die Makrodiagonale in der Entfernung n schneiden, so resultirt eine neue Pyramide, die Makropyramide $m\bar{P}n$. Je grösser der Werth von n ist, um so mehr wird diese Pyramide nach der Makrodiagonale in die Länge gestreckt sein.

3^{tens} Die Brachypyramide oder Pyramide der brachydiagonalen Hauptreihe. Verföhrt man auf ähnliche Weise, indem man die Brachydiagonale von mP mit n multiplizirt, und die Constructionsflächen in ihre makrodiagonalen Polkanten legt, so erhält man die Brachypyramide. $m\check{P}n$. —

Die Parameter, so wie die drei Axen bei der rhombischen Grundpyramide zeigen das endliche Verhältniss: $ma : b : c$; bei der Makropyramide $ma : nb : c$; bei der Brachypyramide $ma : b : nc$. —

Das krystallographische Symbol der rhombischen Pyramide ist:

mP . (Grundpyramide). Naumann.

$m\bar{P}n$ (Makropyramide, mit dem Zeichen der Länge oberhalb P .) Naumann.

$m\check{P}n$ (Brachypyramide, mit dem Zeichen der Kürze) Naumann.

$P+n$ Mohs; O. Haid.; $(xa : yb : zc)$. Köhler.

Berechnung der Kantenwinkel aus den Axen.

Da bei der rhombischen Pyramide keine Zwischenaxen hervortreten oder vielmehr die ihnen entsprechenden

Linien kein besonderes Interesse gewähren, so hat man es auch hier nur mit den beiden Problemen zu thun, aus den gegebenen Lineardimensionen die Angulardimensionen, und aus diesen jene zu berechnen.

Man bezeichnet in jeder rhombischen Pyramide:

die makrodiagonalen Polkanten mit **X**,
die brachydiagonalen Polkanten mit **Y**,
die Mittelkanten mit **Z**,

und nun werden zuvörderst die Kanten für die Grundpyramide **P** berechnet, deren halbe Hauptaxe **a**, die halbe Makrodiagonale **b**, die halbe Brachydiagonale **c** ist. Man erhält:

$$\cos. X = \frac{a^2 b^2 - c^2 a^2 - b^2 c^2}{a^2 b^2 + c^2 a^2 + b^2 c^2}$$

$$\cos. Y = \frac{c^2 a^2 - b^2 c^2 - a^2 b^2}{a^2 b^2 + c^2 a^2 + b^2 c^2}$$

$$\cos. Z = \frac{b^2 c^2 - a^2 b^2 - c^2 a^2}{a^2 b^2 + c^2 a^2 + b^2 c^2};$$

ferner für die halben Neigungswinkel der Kanten:

$$\cos. \frac{1}{2} X = \frac{a b}{\sqrt{M}}$$

$$\cos. \frac{1}{2} Y = \frac{c a}{\sqrt{M}}$$

$$\cos. \frac{1}{2} Z = \frac{b c}{\sqrt{M}},$$

wenn $M = a^2 b^2 + c^2 a^2 + b^2 c^2$ ist.

Hieraus folgen die Proportionen:

$$\cos. \frac{1}{2} X : \cos. \frac{1}{2} Y = b : c,$$

$$\cos. \frac{1}{2} Z : \cos. \frac{1}{2} X = c : a,$$

$$\cos. \frac{1}{2} Y : \cos. \frac{1}{2} Z = a : b,$$

mittels welcher man am leichtesten aus einem Winkel die übrigen berechnen kann.

Diese zunächst für die Grundpyramide gefundenen Werthe sind allgemein brauchbar, sobald man auf die Veränderungen Rücksicht nimmt, welchen das der Grundform entsprechende Verhältniss der Parameter **a : b : c**

unterliegt, wenn irgend eine andere Form abgeleitet werden soll. Man hat offenbar in vorstehenden Formeln für irgend eine andere Pyramide der Hauptreihe $m \bar{P}$ nur ma statt a ,
für irgend eine Makropyramide $m \bar{P} n$, ma statt a und nb statt b , so wie
für irgend eine Brachypyramide $m \check{P} n$, ma statt a und nc statt c zu schreiben, um sie sofort für die eine oder andere dieser Gestalten brauchbar zu machen.

Berechnung der Axen aus den Kantenwinkeln.

Eine jede rhombische Pyramide ist durch das Verhältniss ihrer drei Dimensionen a' , b' und c' bestimmt, von welchen wir durchgängig annehmen, dass a' in der Hauptaxe, b' in der Makrodiagonale und c' in der Brachydiagonale der Grundform enthalten sei. — Bei der Berechnung hat man nur immer zunächst die ebenen Winkel zweier Hauptschnitte der Pyramide zu bestimmen. Nennen wir nemlich:

α den Winkel der makrodiagonalen Polkante gegen die Hauptaxe,
 β den Winkel der brachydiagonalen Polkante gegen die Hauptaxe, und
den Winkel der Mittelkante gegen die Makrodiagonale der Grundform, so folgt allgemein

I. aus α und β :

$$a' : b' : c' = 1 : \text{tang. } \alpha : \text{tang. } \beta;$$

II. aus α und γ :

$$a' : b' : c' = \cot. \alpha : 1 : \text{tang. } \gamma;$$

III. aus β und γ :

$$a' : b' : c' = \cot. \beta : \cot. \gamma : 1.$$

Sind also die eigenthümlichen Kanten der Pyramide gegeben, so hat man aus ihnen zuvörderst zwei der Hauptschnittwinkel α , β und γ zu bestimmen.

Nun ist aber von den Winkeln α , β und γ sehr häufig einer oder der andere unmittelbar durch Beobachtung ge-

geben. Wenn wir also, ausser den eigenthümlichen Kanten X , Y , Z der gesuchten Pyramide, auch diese Winkel α , β und γ mit als Beobachtungselemente einführen wollen, so kommen überhaupt folgende vier Fälle zur Unterscheidung:

1) es sind gegeben zwei der Winkel X , Y und Z : dann bestimmt sich:

aus X und Y

$$\cos. \alpha = \frac{\cos. \frac{1}{2} Y}{\sin. \frac{1}{2} X}, \quad \cos. \beta = \frac{\cos. \frac{1}{2} X}{\sin. \frac{1}{2} Y},$$

aus X und Z

$$\sin. \alpha = \frac{\cos. \frac{1}{2} Z}{\sin. \frac{1}{2} Y}, \quad \cos. \gamma = \frac{\cos. \frac{1}{2} X}{\sin. \frac{1}{2} Z},$$

aus Y und Z

$$\sin. \beta = \frac{\cos. \frac{1}{2} Z}{\sin. \frac{1}{2} Y}, \quad \sin. \gamma = \frac{\cos. \frac{1}{2} Y}{\sin. \frac{1}{2} Z};$$

2) es sind gegeben zwei der Winkel α , β und γ , dann rechnet man unmittelbar nach einer der vorhergehenden Proportionen.

3) es sind gegeben einer der Winkel X , Y und Z , und der dazu gehörige von den Winkeln α , β und γ ; dann bestimmt sich:

aus X und α

$$\text{tang. } \beta = \text{tang. } \frac{1}{2} X \sin. \alpha,$$

aus Y und β

$$\text{tang. } \alpha = \text{tang. } \frac{1}{2} Y \sin. \beta,$$

aus Z und γ

$$\cot. \alpha = \text{tang. } \frac{1}{2} Z \sin. \gamma;$$

4) es sind gegeben einer der Winkel X , Y und Z , und einer der nicht dazu gehörigen von den Winkeln α , β und γ ; dann bestimmt sich:

aus X und β oder γ

$$\sin. \alpha = \cot. \frac{1}{2} X \text{ tang. } \beta$$

$$\cos. \alpha = \cot. \frac{1}{2} X \text{ tang. } \gamma,$$

aus **Y** und α oder γ

$$\sin. \beta = \cot. \frac{1}{2} Y \tan. \alpha$$

$$\cos. \beta = \cot. \frac{1}{2} Y \cot. \gamma,$$

aus **Z** und α oder β

$$\sin. \gamma = \cot. \frac{1}{2} Z \cot. \alpha$$

$$\cos. \gamma = \cot. \frac{1}{2} Z \cot. \beta.$$

Mittelst dieser und der oben I, II und III stehenden Formeln wird man also für jede Pyramide das Verhältniss ihrer Dimensionen $a': b': c'$ berechnen können. Es muss aber allemal wenigstens eine der beiden Nebenaxen b' oder c' denselben Werth haben wie in der Grundform, es ist also das gefundene Verhältniss

$$a': b': c': \text{entweder} = ma: nb: c$$

$$\text{oder auch} = ma: b: nc$$

zu setzen, je nachdem die gesuchte Pyramide eine Makro- oder Brachy-Pyramide ist. Man wird also auch die Ableitungszahlen m und n sehr leicht bestimmen; es wird nemlich für jede Makropyramide $m \overline{P} n$

$$m = \frac{ca'}{ac'}, \quad n = \frac{cb'}{bc'},$$

und für jede Brachypyramide $m \check{P} n$

$$m = \frac{ba'}{ab'}, \quad n = \frac{bc'}{cb'} \text{ —}$$

Das Netz der rhombischen Pyramide.

Taf. II. Fig. 26. Man beschreibe mit der halben Diagonale ag der grossen Seitenfläche $abcd$ in Tab. III. Fig. 30 und mit der halben Diagonale hf der kleinen Seitenfläche $bedf$ aus einem Mittelpunkte zwei concentrische Kreise, trage von einem Punkte des grossen Kreises die halbe Diagonale ik der Grundfläche $ilmk$ der Säule abwechselnd vom grossen auf den kleinen Kreis, so bestimmen sich fünf Punkte, diese Punkte verbinde man unter sich und mit dem Mittelpunkte durch Linien, so erhält man vier Skalene; auf jedem dieser Skalene errichte man ein diesen congruentes Skalen, indem man mit dem grossen Halbmesser aus den Punkten auf dem grossen Kreis und mit dem kleinen Halbmesser aus den Punkten auf den kleinen Kreis Kreuzbogen beschreibt und die erhaltenen Punkte mit den Ecken der ursprünglichen Skalene gehörig verbindet.

Will man jedoch das Pyramidennetz ohne Beziehung auf die End- und Seitenflächen zeichnen, so beschreibe man wie in Taf. II. Fig. 26 aus dem Punkte a einen Kreis, errichte in dem Halbkreise vier Skalene, auf dem zweiten Skalene errichte man ein fünftes congruentes, ziehe aus dessen freier Spitze b abermals einen Kreis mit dem Halbmesser des vorigen und reihe die andern drei Skalene in derselben Reihe, wie im ersten Kreise an.

Zeichnung siehe Naumann's Krystallographie pag. 231—233.

Vorkommen der ausgebildeten rhombischen Pyramide.

In der Natur: am Anglesin, Bleivitriol, Schwefel, in Combinationen an Topas, Schwerspath, Desmin, Lievrit, Coelestin, Grauspiessglanzerz, Weissbleierz.

An künstlichen Verbindungen: Jod, Chlorbaryum, Schwefelsaures-, Selensaures-, Chromsaures-, Mangansaares Kali, Citronensäure, Brechweinstein, Weinstein. —

Es gibt sehr viele rhombische Pyramiden, deren

Ausmass:

Bleivitriol. $a : b : c = 1 : \sqrt{1,6935} : \sqrt{0,6286}$,

$X = 128^{\circ} 58'$; $Y = 98^{\circ} 59'$; $Z = 111^{\circ} 48'$.

Schwefel. $a : b : c = 1 : \sqrt{0,2776} : \sqrt{0,1824}$,

$X = 106^{\circ} 38'$; $Y = 84^{\circ} 58'$; $Z = 143^{\circ} 17'$.

§. 83.

Grundgestalt des klinorhombischen System's.

Die klinorhombische Pyramide.

Jehlanec jednoklonnoplochý oder klonitvar. Böhm.

Die monoklinoëdrische Pyramide. Naumann.

Das Hemiorthotyp. Mohs.

Das Augitoid. Haid.

Das zwei- und eingliedrige Oktaëder. Weiss.

Das klinorhombische Oktaëder. Glocker.

Die schiefen vorderen und hinteren Zuschärfungen. Köhler.

Eine klinorhombische Pyramide ist eine von acht zweiwerthigen Skalenen umschlossene dimerische Gestalt, von denen je vier einander gleich und ähnlich sind und je

zwei gleichwerthige Flächenpaare für einander als Gegenpaare erscheinen, mit zwölf vierwerthigen Kanten und sechs dreiwerthigen unregelmässigen Ecken.

Die Kanten der klinorhombischen Pyramide sind viererlei: zwei symmetrische, längere, stumpfere Polkanten der negativen, zwei dergleichen kürzere, schärfere Polkanten der positiven Hemipyramide, beide heissen klinodiagonale Polkanten. Vier unregelmässige orthodiagonale Polkanten und vier unregelmässige Mittelkanten.

Die Ecken sind unregelmässig vierflächig und dreierlei: zwei dreierleikantige Polecke, von zwei orthodiagonalen Polkanten, einer negativen und einer positiven klinodiagonalen Polkante gebildet; zwei dreierleikantige klinodiagonale Mittelecke, welche von zwei Mittelkanten und einer negativen, einer positiven klinodiagonalen Polkante gebildet werden; zwei zweierleikantige orthodiagonale Mittelecke, welche von zwei orthodiagonalen Pol- und zwei Mittelkanten gebildet werden. —

Die klinorhombische Pyramide hat zwei relative Hauptaxen, welche einen schiefen Winkel C bilden, während die dritte auf ihnen beiden rechtwinkelig ist. Der Winkel C ist für alle Formen einer und derselben Krystallreihe derselbe.

Stehet die klinorhombische Pyramide an einer der schiefen Hauptaxen, so ist die Projektion ein nach einer Diagonale geneigter Rhombus; die Rhomben in den zwei Stellungen sind verschieden und der eine wird der basische, der andere der Klinodiagonal-Projections-Rhombus genannt; stehet sie an der einen absoluten Nebenaxe, so ist die horizontale Projection ein horizontales Rhomboid. Dieses Rhomboid heisst das Orthodiagonal-Projections-Rhomboid. Somit hat die Pyramide zwei klinorhombische Axen und eine ortho-rhomboidische Axe.

Bei der klinorhombischen Pyramide gibt es drei Hauptschnitte:

- a) der basische Hauptschnitt, nemlich die durch die Nebenaxen oder Mittelkanten gehende Coordinatebene, immer ein Rhombus.
- b) der orthodiagonale Hauptschnitt, eine durch die orthodiagonalen Polkanten gehende Coordinatebene, immer ein Rhombus.
- c) der klinodiagonale Hauptschnitt, eine durch die klinodiagonalen Polkanten gehende Coordinatebene, ein Rhomboid.

Diejenige correlate Partialform der klinorhombischen Pyramide, welche in dem spitzen Winkelraume C des basischen und orthodiagonalen Hauptschnittes gelegen ist, heisst die positive Hemipyramide; diejenige dagegen, deren Flächen über dem stumpfen Winkel des basischen und orthodiagonalen Hauptschnittes liegen, die negative Hemipyramide; bei der positiven Partialform sind die Dreiecke kleiner als bei der negativen. Diese Partialformen sind von einander unabhängig, sie können in den Combinationen isolirt auftreten. —

Bei der klinorhombischen Pyramide ist das Grössenverhältniss der Axen in der Regel das der durchgängigen Ungleichheit, also $a : b : c$. Der Winkel, den die beiden schiefen Axen bilden, wird mit C bezeichnet. a ist die Hauptaxe, b die Klinodiagonale, c die Orthodiagonale. Da alle drei Axen ungleichwerthig sind, so können die Parameter a, b und c ihre Stellen nicht vertauschen.

Es gibt drei, ihrer Flächenstellung nach wesentlich verschiedene Unterarten der klinorhombischen Pyramide:

- 1^{tens} die Grundpyramide $\pm mP$.
- 2^{tens} die Orthopyramide $\pm mPn$. Bei constanter Klinodiagonale b der Grundpyramide folgen durch Vergrösserung der Orthodiagonale nach irgend einer Zahl n, verschiedene, nach dieser Orthodiagonale gestreckte Pyramiden.

3^{iens} die Klinopyramide $\pm (m P n)$. Bei constanter Orthodiagonale der Grundpyramide folgen durch Vergrößerung der Klinodiagonale, verschiedene nach dieser Klinodiagonale gestreckte Pyramiden.

Das krystallographische Symbol der klinorhombischen Pyramiden ist:

$\pm P$. Die Grundpyramide. Naumann. $= + P. - P.$

$\pm m P n$. Die Orthopyramide. Naumann. $= + m P n.$

$- m P n$.

$\pm (m P n)$. Die Klinopyramide. Naumann. $= +$

$(m P n).$ $- (m P n).$

$P + n = + \frac{P+n}{2} . - \frac{P+n}{2} .$ Mohs.

$A = + \frac{A}{2} . - \frac{A}{2} .$ Haid.

$(x a : y b : z c)$ die negative Hemipyramide oder die vorderen schiefen Zuschärfungen; $(x a' : y b : z c)$ die positive Hemipyramide oder die hinteren schiefen Zuschärfungen. Köhler.

Berechnung.

I. Berechnung der Winkel aus den Axen.

Wir haben es zunächst mit der Berechnung der Hemipyramiden zu thun, für welche wir, da sie an sich von indefiniter Ausdehnung sind, den basischen und orthodiagonalen Hauptschnitt als Begränzungsflächen einführen. Wie bei der rhombischen Pyramide, so wollen wir auch hier die Resultate der Rechnung nur für die Grundform mittheilen, indem sich dieselben Formeln sehr leicht für jede andere Form benutzen lassen.

Wir bezeichnen in der positiven Hemipyramide P
 die klinodiagonale Kante mit X ,
 die orthodiagonale Kante mit Y ,
 die basische Kante mit Z ,
 in der negativen Hemipyramide $- P$
 die klinodiagonale Kante mit X' ,

die orthodiagonale Kante mit Y' ,
die basische Kante mit Z' .

Ferner bezeichnen wir in der positiven Hemipyramide den Neigungswinkel der klinodiagonalen Polkante gegen die Hauptaxe mit μ , derselben Polkante gegen die Klinodiagonale mit ν , der orthodiagonalen Polkante gegen die Axe mit ϱ , der basischen Kante gegen die Klinodiagonale mit σ , und die beiden ersten Winkel in der negativen Hemipyramide mit μ' und ν' .

Endlich erinnern wir uns, dass die Dimensionen der Pyramiden durch das Verhältniss $a:b:c$ und den Winkel C gegeben sind, welcher letzterer für die positive Hemipyramide spitz, für die negative Hemipyramide stumpf ist.

Die Winkel der Hauptschnitte $\mu, \mu', \nu, \nu', \varrho$ und σ spielen eine so wichtige Rolle bei allen Berechnungen, dass wir uns die Kenntniss zunächst verschaffen müssen.

Man findet:

$$\text{tang. } \mu = \frac{b \sin. C}{a - b \cos. C}$$

$$\text{tang. } \nu = \frac{a \sin. C}{b - a \cos. C}$$

$$\text{tang. } \mu' = \frac{b \sin. C}{a + b \cos. C}$$

$$\text{tang. } \nu' = \frac{a \sin. C}{b + a \cos. C}$$

$$\text{tang. } \varrho = \frac{c}{a}$$

$$\text{tang. } \sigma = \frac{c}{b}$$

Mittelst dieser Hauptschnittwinkel finden sich nun die Neigungswinkel der Kanten sehr leicht nach folgenden Formeln:

$$\text{tang. } X = \frac{\text{tang. } \sigma}{\sin. \nu} = \frac{\text{tang. } \varrho}{\sin. \mu}$$

$$\text{tang. } X' = \frac{\text{tang. } \sigma}{\sin. \nu} = \frac{\text{tang. } \varrho}{\sin. \mu'}$$

$$\text{tang. } Y = \frac{\text{tang. } \mu}{\sin. \varrho}$$

$$\text{tang. } Y' = \frac{\text{tang. } \mu'}{\sin. \varrho}$$

$$\text{tang. } Z = \frac{\text{tang. } \nu'}{\sin. \sigma}$$

$$\text{tang. } Z' = \frac{\text{tang. } \nu'}{\sin. \sigma}$$

Diese Formeln sind allgemein brauchbar für jede andere Gestalt, wenn man nur bei Berechnung der Hauptschnittwinkel auf die Ableitungszahlen Rücksicht nimmt, welche als Faktoren von a, b oder c eintreten.

Man schreibt daher
für irgend eine m P: ma statt a,
für irgend eine m P n: ma statt a und nc statt c,
für irgend eine (m P n): ma statt a und nb statt b. —

II. Berechnung der Axen aus den Winkeln.

Jede Pyramide wird durch das Verhältniss a: b: c und den Winkel C vollständig bestimmt, welcher Winkel für alle Formen einer und derselben Krystallreihe derselbe ist.

Weil es aber nur auf das Verhältniss der drei Axen ankommt, so setzt die vollständige Bestimmung einer jeden Hemipyramide im Allgemeinen drei von einander unabhängige Beobachtungselemente voraus. Diese Beobachtungselemente können nun Neigungswinkel der Flächen (Kantenwinkel) sehr verschiedener Art sein; doch werden wir uns hier darauf beschränken, die Winkel X, Y und Z, so wie den Winkel C als gegebene Grössen zu betrachten.

Ist der Winkel C nicht unmittelbar gegeben, so hat man vor allen Dingen ihn zu bestimmen. Häufig ist er unmittelbar zu messen; nicht selten kann man ihn durch die Formeln

$$\text{tang. } C = \frac{2 \sin. \mu \sin. \mu'}{\sin. (\mu - \mu')}$$

$$\text{oder tang. } C = \frac{2 \sin. \nu \sin. \nu'}{\sin. (\nu - \nu')}$$

berechnen. Kennt man μ und ν oder μ' und ν' , so ist auch C bekannt.

Nächst dem Winkel C ist die Kenntniss zweier verschiedener Hauptschnittwinkel von Wichtigkeit. Man findet sie aus den Kantenwinkeln durch folgende Formeln:

$$\cos. \mu = \frac{\cos. Y}{\sin. X}, \quad \cos. \mu' = \frac{\cos. Y'}{\sin. X'}$$

$$\cos. \nu = \frac{\cos. Z}{\sin. X}, \quad \cos. \nu' = \frac{\cos. Z'}{\sin. X'}$$

$$\cos. \varrho = \frac{\cos. X}{\sin. Y} = \frac{\cos. X'}{\sin. Y'}$$

$$\cos. \sigma = \frac{\cos. X}{\sin. Z} = \frac{\cos. X'}{\sin. Z'}$$

Kennt man nun C und die Winkel zweier verschiedener Hauptschnitte, so ist auch das Verhältniss $a : b : c$ gefunden, welches man nur mit dem Verhältnisse der Grundform zu vergleichen braucht um die Ableitungszahlen, und somit das krystallographische Zeichen der gemessenen Form zu bestimmen. —

Das Netz der klinorhombischen Pyramide (siehe Tab. III. Fig. 31).

Man errichte sich drei Kreise mit verschiedenen aber nicht sehr stark abweichenden Halbmessern aus dem Punkte a , verzeichne an dem Halbmesser ab zwei congruente Skalene und zu beiden Seiten derselben zwei andere congruente Skalene. Ueber eines der ersten Skalene setze man ein demselben congruentes und beschreibe aus der freien Spitze dieses Dreieckes dieselben drei Kreise, in welchen die noch fehlenden Skalene in derselben Reihenfolge, wie oben, errichtet werden. Die Zeichnung — Naumann's Krystallographie p. 260.

Vorkommen der klinorhombischen Pyramide.

In der Natur: am Gyps, Orthoklas, Tinkal, Trona, Natron, Mirabilit, Glauberit, Eisenvitriol, Kupferlazur,

Vivianit, Phosphorcalcit, Pharmakolith, Monazit, Vauquelinit, Rothbleierz, Leadhillit, Skolezit, Stilbit, Datolith, Euklas, Epidot, Pyroxen, Titanit, Plagionit, Miargyrit, Realgar.

An künstlichen Verbindungen: Schwefelnach dem Schmelzen, Eisenchlorür, wasserhaltiges — Chlornatrium, — Bromnatrium, — Jodnatrium, Chlorsaures Kali, phosphorsaures und arseniksaures Ammoniumoxyd, phosphorsaures oder arseniksaures Natron, Weinsäure, essigsaureres Natron, Grünspan, ameisensaures Kupfer- oder Cadmium-Oxyd, neutrales weinsaures Ammoniumoxyd, Ferridcyankalium, Taurin, Asparagin. —

Es gibt sehr viele klinorhombische Pyramiden, deren Ausmaass:

Gyps. $C = 81^{\circ} 26'$. — $P = 143^{\circ} 28'$

Orthoklas. $C = 65^{\circ} 47'$

Tinkal. $C = 73^{\circ} \frac{1}{2}$. $P = 120^{\circ}$

Natron. $C = 57^{\circ} 40'$ $P = 76^{\circ} 28'$.

Glaubersalz. $C = 72^{\circ} 15'$. $P = 93^{\circ} 12'$

Glauberit. $C = 68^{\circ} 16'$. — $P = 116^{\circ} 20'$

Eisenvitriol. $C = 75^{\circ} 40'$. — $P = 101^{\circ} 35'$

Kupferlasur. $C = 87^{\circ} 39'$. — $P = 106^{\circ} 14'$

Vivianit. $P = 119^{\circ} 4'$

Phosphorchalcit. $P = 117^{\circ} 49'$

Pharmakolith. $C = 65^{\circ} 4'$. — $P = 139^{\circ} 17'$

Monazit. $C = 77^{\circ}$

Vauquelinit. $C = 67^{\circ} 15'$

Rothbleierz. $C = 78^{\circ}$. — $P = 119^{\circ}$

Leadhillit. $C = 89^{\circ} 31'$. — $P = 72^{\circ} 36'$

Skolezit. $C = 89^{\circ} 6'$. + $P = 144^{\circ} 20'$ — $P = 144^{\circ} 40'$

Stilbit. $C = 63^{\circ} 40'$

Datolith. $C = 88^{\circ} 19'$. — $P = 122^{\circ} 0'$

Euklas. $C = 71^{\circ} 7'$. — $P = 105^{\circ} 59'$

Epidot. $C = 89^{\circ} 27'$. — $P = 70^{\circ} 33'$

Pyroxen. $C = 74^{\circ}$. $P = 120^{\circ} 39'$. — $P = 131^{\circ} 29'$

Titanit. $C = 85^{\circ} 6'$. $(\frac{2}{3} P \ 2) = 136^{\circ} 6'$. $(4 P \ 4) = 67^{\circ} 46'$

Plagionit. $C = 72^{\circ} 28'$. $P = 134^{\circ} 30'$. — $P = 142^{\circ} 3'$. — $2 P = 120^{\circ} 49'$

Miargyrit. $C = 81^{\circ} 36'$. $P = 90^{\circ} 53'$. — $P = 95^{\circ} 59'$

Realgar. $C = 66^{\circ} 44'$. —

Geschmolzener Schwefel. $a : b : c = 1,004 : 1 : 1,004$.
 $C = 84^{\circ} 14'$

Wasserhaltiges Chlornatrium. $a : b : c = 1,546 : 1 : 0,9795$. $C = 66^{\circ} 48'$. $+ P = 123^{\circ} 46'$

Chlorsaures Kali. $a : b : c = 1,360 : 1 : 0,804$. $C = 70^{\circ} 11'$

Phosphorsaures Ammoniumoxyd. $a : b : c = 0,8347 : 1 : 1,381$. $C = 66^{\circ} 46'$

Arseniksaures Ammoniumoxyd. $a : b : c = 0,8537 : 1 : 1,396$. $C = 66^{\circ} 30'$

Phosphorsaures Natron. $a : b : c = 0,8271 : 1 : 1,099$.
 $C = 83^{\circ} 0'$

Weinsäure. $a : b : c = 0,7845 : 1 : 0,8054$. $C = 79^{\circ} 43'$

Essigsaures Natron. $a : b : c = 0,8438 : 1 : 0,8407$. $C = 68^{\circ} 16'$. — $P = 117^{\circ} 32'$

Grünspan. $a : b : c = 0,6473 : 1 : 0,5275$. $C = 63^{\circ}$

Ameisensaures Kupferoxyd. $a : b : c = 0,983 : 1 : 0,766$.
 $C = 79^{\circ} 20'$. $+ P = 112^{\circ} 18'$

Ameisensaures Cadmiumoxyd. $a : b : c = 0,7546 : 1 : 0,924$. $C = 82^{\circ} 55'$

Neutrales weinsaures Ammoniumoxyd. $a : b : c = 0,868$.
 $1 : 1,244$. $C = 88^{\circ} 9'$

Ferridcyankalium. $a : b : c = 0,7457 : 1 : 0,5985$. $C = 72^{\circ} 27'$. $\pm P : Y = 129^{\circ} 59'$, $Z = 88^{\circ} 18'$, $+ P : X = 105^{\circ} 4'$, — $P : X' = 119^{\circ} 28'$

Taurin. $a : b : c = 1,4648 : 1 : 0,6648$. $C = 86^{\circ} 22'$
 X für $+ P = 137^{\circ} 30'$. X' für $- P = 139^{\circ} 44'$

Für $\pm P$ ist $Y = 117^{\circ} 38'$. $Z = 77^{\circ} 37'$

Asparagin. $a : b : c = 1,468 : 1 : 0,856$. $C = 64^{\circ} 29'$

§. 84.

Grundgestalt des diklinorhombischen System's.

Die diklinorhombische Pyramide.

Jehlanec dvojklonnoplochý oder Dvojklonitvar.

Böhm.

Die diklinoëdrische Pyramide. Naumann.

Das Hemianorthotyp. Mohs.

Das Anorthoid zum Theil. Haid.

Das ein- und zweigliedrige Oktaëder zum Theil. Weiss.

Das diklinorhombische Oktaëder. Glocker.

Eine diklinorhombische Pyramide ist eine von acht vierwerthigen Skalenen umschlossene tetramerische Form, von denen je zwei parallele einander gleich und ähnlich sind, mit zwölf fünfwerthigen unregelmässigen Kanten und sechs dreiwerthigen unregelmässigen Ecken.

Die Kanten der diklinorhombischen Pyramide sind von fünferlei Art, vier gleiche Mittelkanten, zwei längere und zwei kürzere makrodiagonale Polkanten, zwei längere und zwei kürzere brachydiagonale Polkanten, die gleichnamigen sind einander gegenständig. —

Die Ecke sind von dreierlei Art, zwei Polecke, gebildet von einer längeren, einer kürzeren makrodiagonalen und einer längeren, einer kürzeren brachydiagonalen Polkante, zwei makrodiagonale und zwei brachydiagonale Mittelecke. Die makrodiagonalen Mittelecke werden gebildet von einer längeren und einer kürzeren makrodiagonalen Polkante und zwei Mittelkanten, die brachydiagonalen Mittelecke werden gebildet, von einer längeren und kürzeren brachydiagonalen Polkante und zwei Mittelkanten.

Die diklinorhombische Pyramide hat drei Axen, von denen zwei einander unter rechten Winkeln halbiren, die

dritte auf beiden schief stehet. Die schief stehende Axe ist somit die absolute Hauptaxe. Wenn die Pyramide aufrecht steht, so ist die Projektion ein zweimal geneigter Rhombus, wenn die Pyramide dagegen auf der einen oder andern Nebenaxe stehet, so sind die horizontalen Projektionen Rhomboide, welche wirklich horizontal liegen. Somit hat die Pyramide eine klinorhombische Axe und zwei orthorhomboidische Axen.

Bei der diklinorhombischen Pyramide gibt es drei Hauptschnitte:

a. Der basische Hauptschnitt, nemlich die durch die Nebenaxen oder Mittelkanten gehende Coordinatebene, ein Rhombus.

b. Der makrodiagonale Hauptschnitt, eine durch die makrodiagonalen Polkanten gehende Coordinatebene, ein Rhomboid.

c. Der brachydiagonale Hauptschnitt, eine durch die brachydiagonalen Polkanten gelegte Fläche, ebenfalls ein Rhomboid, doch ein anderes als das vorhererwähnte.

Die diklinorhombische Pyramide ist eine tetramerische Form, d. h. sie ist aus vier correlaten Partialformen, sogenannten Viertelpyramiden, Tetartopyramiden, zusammengesetzt, deren jede für sich ein paralleles Flächenpaar darstellt. Diese Partialformen sind von einander eben so unabhängig, wie solches mit den Hemipyramiden des klinorhombischen Systems der Fall war; sie können in den Combinationen ganz isolirt auftreten. Um nun diesen Viertelpyramiden, welche, ihrer geometrischen Erscheinung nach nichts Anderes als indefinite Flächenpaare, wie die Pinakoide, sind, eine bestimmte und zugleich bedeutsame Begränzung zu verleihen, so denken wir sie jedenfalls durch die Coordinatebenen und folglich dergestalt begränzt, wie sie sich selbst in der vollständigen Pyramide, bei völlig gleichmässiger Ausbildung, gegenseitig begränzen würden. So erhalten wir denn für jede Viertelpyramide drei, ihren drei Intersectionen mit den Coordinatebenen ent-

sprechende Kanten. Wenn die ganze Pyramide zu uns normal stehet, dann erscheint von jeder Viertelpyramide eine Fläche uns zugewendet, und zwar die Fläche der einen Viertelpyramide oben rechts, die der andern oben links, die der dritten unten rechts, und endlich die der vierten unten links, somit haben wir dann folgende complementäre Formen:

Die obere rechte Viertelpyramide, die obere linke Viertelpyramide, die untere rechte Viertelpyramide, die untere linke Viertelpyramide.

Bei der diklinorhombischen Pyramide ist das Größenverhältniss der Axen das der durchgängigen Ungleichheit, somit $a : b : c$. Die zwei Neigungswinkel in den Axen oder Coordinatebenen werden mit B und C bezeichnet. a ist die halbe Hauptaxe, b die halbe Makrodiagonale, c die halbe Brachydiagonale. —

Es gibt drei, ihrer Flächenstellung nach wesentlich verschiedene Unterarten der diklinorhombischen Pyramide:

1^{tens.} Die Grundpyramide rl. P' .

2^{tens.} Die Makropyramide rl. $m, \bar{P}' n$. Man multiplicire zunächst die Makrodiagonale b mit einer rationalen Zahl n (die stets > 1 oder auch ∞ ist), und lege darauf in jede brachydiagonale Polkante von rl. m, P' zwei Flächen, welche die Makrodiagonale in der Entfernung n schneiden, so resultirt eine Makropyramide.

3^{tens.} Die Brachypyramide rl. $m, \bar{P}' n$. Wenn man die Brachydiagonale c mit n multipliziert und auf jede makrodiagonale Polkante zwei Flächen legt, welche die Brachydiagonale in der Entfernung n schneiden, so resultirt eine Brachypyramide. —

Die Parameter, so wie die drei Axen bei den diklinorhombischen Pyramiden zeigen das Verhältniss $ma : b : c$, bei der Makropyramide $ma : nb : c$, bei der Brachypyramide $ma : b : nc$. —

Das krystallographische Symbol der dikli-

norhombischen Pyramiden haben wir uns so formirt:

rl. ,P'. Grundpyramide; rl. ,P' Pyramide der verticalen Reihe; rl. m ,P' n Makropyramide; rl. m ,P' n Brachypyramide; r P' rechte obere Viertelpyramide; l P' linke obere Viertelpyramide; r ,P rechte untere Viertelpyramide; l ,P linke untere Viertelpyramide. —

Die Berechnung der Neigungswinkel aus den Axen und der Axen aus den Kantenwinkeln siehe bei der klinorhomboidischen Pyramide (Seite 165) nach. Das Netz (siehe Tab. VII. Fig. 87 $\frac{1}{2}$) wird so wie bei der klinorhombischen Pyramide angefertigt, nur ist der Unterschied, dass man sich vier Kreise von verschiedenen Halbmessern beschreibt und die vierwerthigen Skalene in verkehrter Ordnung in den später zu verzeichnenden Kreisen anlegt. —

Das Vorkommen der diklinorhombischen Pyramide.

In der Natur combinirt: am Periklin, Oligoklas (Natron-Spodumen).

An künstlichen Verbindungen: am unterschwefligsauren Kalk. —

Das Ausmaass ist noch nicht genau bestimmt.

§. 85.

Grundgestalt des klinorhomboidischen System's.

Die klinorhomboidische Pyramide.

Trojklonitvar oder Jehlanec trojklonnoplochý.
Böhm.

Die triklinoëdrische Pyramide. Naumann.

Das Anorthotyp. Mohs.

Das Anorthoid. Zum Theil. Haid.

Das Henoëdrische Oktaëder. Das Ein- und eingliedrige Oktaëder. Weiss.

Das klinorhomboidische Oktaëder. Glocker.

Tetartorhombische Pyramiden.

Das eingliedrige Oktaëder.

Die abgestumpften Randkantenzone. Köhler.

Eine klinorhomboidische Pyramide ist eine von acht vierwerthigen Skalenen umschlossene tetramerische Gestalt, von denen je zwei parallele einander gleich und ähnlich sind, mit zwölf sechswerthigen unregelmässigen Kanten und sechs unregelmässigen dreiverthigen Ecken.

Die Kanten der klinorhomboidischen Pyramide sind sechserlei, die gleichwerthigen gehen parallel; zwei längere, zwei kürzere Mittelkanten; zwei längere und zwei kürzere makrodiagonale Polkanten; zwei längere und zwei kürzere brachydiagonale Polkanten. Die Ecken sind dreierlei, zwei Polecke, gebildet von den makro- und brachydiagonalen Polkanten; zwei makro- und zwei brachydiagonale Mittelecke, die ersteren gebildet von einer längeren und einer kürzeren makrodiagonalen Polkante, von einer längeren und einer kürzeren Mittelkante, letztere gebildet von einer längeren und kürzeren brachydiagonalen Polkante und von einer längeren und einer kürzeren Mittelkante. —

Die klinorhomboidische Pyramide hat alle drei Axen ungleich, welche drei schiefe Winkel C, B und A bilden. Die Winkel sind für alle Formen einer und derselben Krystallreihe dieselben. Zur Hauptaxe kann somit jede der drei Axen gewählt werden und in einer jeden Stellung sind die Projektionen oder Coordinatebenen oder Hauptschnitte verschiedene Rhomboide. Man unterscheidet das basische, das makrodiagonal- und das brachydiagonal-Projectionsrhomboid; ersteres trifft die Mittelkanten oder Nebenaxen, mittleres die makrodiagonalen, letzteres die brachydiagonalen Polkanten.

Die klinorhomboidische Pyramide ist eine tetramerische Gestalt d. h. sie ist aus vier complementären Partialformen, sogenannten Viertelpyramiden, zusammengesetzt, deren jede für sich ein Gegenflächenpaar darstellt.

Diese Viertelpyramiden sind von einander unabhängig, da sie in den Combinationen isolirt erscheinen. Um nun diesen Viertelpyramiden, welche ihrer geometrischen Erscheinung nach nichts anderes als indefinite Flächenpaare, wie die Dyöder, sind, eine definite Bedeutung zu verleihen, so stellen wir uns sie jedenfalls durch die Coordinatebenen und folglich dergestalt begränzt, wie sie sich selbst in der vollständigen Pyramide, bei völlig gleichmässiger Ausbildung, gegenseitig begränzen würden. So erhalten wir denn für jede Viertelpyramide drei, ihren drei Intersectionen mit den Coordinatebenen entsprechende Kanten. Wenn die ganze Pyramide zu uns normal steht, dann erscheint von jeder Viertelpyramide eine Fläche uns zugewendet, und zwar die Fläche der einen Viertelpyramide oben rechts, die der andern oben links, die der dritten unten rechts, und endlich die der vierten unten links, somit haben wir folgende complementäre Formen der klinorhomboidischen Pyramide:

- die obere rechte Viertelpyramide,
- die obere linke Viertelpyramide,
- die untere rechte Viertelpyramide,
- die untere linke Viertelpyramide.

Bei der klinorhomboidischen Pyramide ist das Grössenverhältniss der Axen das der durchgängigen Ungleichheit, somit $a : b : c$. Die drei Neigungswinkel in den Axen oder Coordinatebenen werden mit A , B und C bezeichnet. a ist die halbe Hauptaxe, b die halbe Makrodiagonale, c die halbe Brachydiagonale.

Es gibt drei, ihrer Flächenstellung nach wesentlich verschiedene Nebenarten der klinorhomboidischen Pyramide:

- 1^{tens.} Die Grundpyramide. $\overline{P}$,
- 2^{tens.} Die Makropyramide oder Pyramide der makrodiagonalen Reihe. $m \overline{P}$, n . Man multiplicire die Makrodiagonale b mit einer rationalen Zahl n (die > 1 bis ∞ ist), und lege darauf in jede brachydiagonale Polkante von

'P', zwei Flächen, welche die Makrodiagonale in der Entfernung von n schneiden, so resultirt eine Makropyramide.

$3^{\text{tens.}}$ die Brachypyramide oder Pyramide der brachydiagonalen Reihe. m 'P', n . Man multiplicire die Brachydiagonale c mit der rationalen Zahl n und lege in jede makrodiagonale Polkante von 'P', zwei Flächen, welche die Brachydiagonale in der Entfernung n schneiden, so resultirt eine Brachypyramide.

Die Parameter, so wie die drei Axen bei den klinorhomboidischen Pyramiden zeigen das Verhältniss $ma : b : c$, bei der Makropyramide $ma : nb : c$, bei der Brachypyramide $ma : b : nc$. —

Das krystallographische Symbol der klinorhomboidischen Pyramiden ist:

'P', Grundpyramide, m 'P', Pyramide der Grundreihe, m 'P', n die Makropyramide, m 'P', n die Brachypyramide, P' die obere rechte Viertelpyramide, 'P die obere linke Viertelpyramide, P, die untere rechte Viertelpyramide; ,P die untere linke Viertelpyramide. Naumann.

$$P + n = r \frac{P + n}{4} \cdot l \frac{P + n}{4} \cdot - r \frac{P + n}{4} \cdot - l \frac{P + n}{4}$$

Mohs.

$$A. = + r \frac{A}{4} \cdot + l \frac{A}{4} \cdot - r \frac{A}{4} \cdot - l \frac{A}{4} \cdot \text{Haid.}$$

Die rechts vorn gelegene Randkante abgestumpft, (die rechte vordere Viertelpyramide) ($a : x b : yc$),

die links hinten gelegene Randkante abgestumpft, (die linke hintere Viertelpyramide) ($xa' : yb' : zc$),

die links vorn gelegene Randkante abgestumpft, (die linke vordere Viertelpyramide) ($a : xb' : yc$),

die rechts hinten gelegene Randkante abgestumpft, (die rechte hintere Viertelpyramide) ($xa' : yb : zc$). Köhler.

B e r e c h n u n g.

Berechnung der Kantenwinkel aus den Axen.

Bei den sehr einfachen Verhältnissen, in welchen die abgeleiteten Formen zur Grundform stehen, brauchen wir die Resultate der Berechnung nur für diese letztere an-

zugehen, da sich dieselben Resultate ohne Weiteres für jede andere Form benutzen lassen, wenn man den betreffenden Axen die Faktoren m und n beifügt.

Wir nehmen also an, in jeder Viertelpyramide der Grundform sei

die halbe Hauptaxe $= a$,

die halbe Makrodiagonale $= b$,

die halbe Brachydiagonale $= c$;

ferner seien A , B und C die drei Neigungswinkel der Coordinatebenen gegen einander (von denen auch einer derselben, nemlich A wie bei der diklinorhombischen Pyramide, ein rechter sein kann), und zwar soll A an der Axe a , B an der Makrodiagonale b , und C an der Brachydiagonale c anliegen. Die ihnen gegenüberliegenden Mittelpunktswinkel oder Neigungswinkel der Axen seien α , β und γ ; die makrodiagonale, brachydiagonale und basische Kante der Viertelpyramide bezeichnen wir mit X , Y , Z und endlich die Neigungswinkel

der Kantenlinie X gegen a mit μ ,

der Kantenlinie X gegen b mit ν ,

der Kantenlinie Y gegen a mit κ ,

der Kantenlinie Y gegen c mit ϱ ,

der Kantenlinie Z gegen b mit σ ,

der Kantenlinie Z gegen c mit τ .

Man findet nun zunächst aus A , B und C :

$$\cos. \alpha = \frac{\cos. A + \cos. B \cos. C}{\sin. B \sin. C}$$

$$\cos. \beta = \frac{\cos. B + \cos. C \cos. A}{\sin. C \sin. A}$$

$$\cos. \gamma = \frac{\cos. C + \cos. A \cos. B}{\sin. A \sin. B}.$$

Uebrigens findet zwischen diesen beiden Winkeln die Relation:

$$\sin. \alpha : \sin. \beta : \sin. \gamma = \sin. A : \sin. B : \sin. C$$

Statt; daher braucht man nur einen der Winkel α , β oder γ nach den vorstehenden Formeln zu berechnen. —

Bei den ferneren Berechnungen ist zu beachten, dass

$$\mu + \nu + \gamma = 180^\circ,$$

$$\kappa + \varrho + \beta = 180^\circ,$$

$$\sigma + \tau + \alpha = 180^\circ.$$

Die Hauptschnittwinkel bestimmen sich, wie folgt:

$$\text{tang. } \mu = \frac{b \sin. \gamma}{a - b \cos. \gamma}$$

$$\text{tang. } \nu = \frac{a \sin. \gamma}{b - a \cos. \gamma}$$

$$\text{tang. } \kappa = \frac{c \sin. \beta}{a - c \cos. \beta}$$

$$\text{tang. } \varrho = \frac{a \sin. \beta}{c - a \cos. \beta}$$

$$\text{tang. } \sigma = \frac{a \sin. \alpha}{b - c \cos. \alpha}$$

$$\text{tang. } \tau = \frac{b \sin. \alpha}{c - b \cos. \alpha}$$

Bei dem Gebrauche dieser Formeln hat man sorgfältig darauf zu achten, welche von den Winkeln α , β und γ in der zu berechnenden Viertelpyramide spitz oder stumpf sind, weil im letztern Falle die Cosinus negativ zu nehmen sind.

Die Kantenwinkel X, Y und Z lassen sich am bequemsten mittelst der Neper'schen Analogieen auffinden wie folgt:

1) X und Y aus A, μ und κ :

$$\text{tang. } \frac{1}{2} (X + Y) = \cot. \frac{1}{2} A \frac{\cos. \frac{1}{2} (\kappa - \mu)}{\cos. \frac{1}{2} (\kappa + \mu)}$$

$$\text{tang. } \frac{1}{2} (X - Y) = \cot. \frac{1}{2} A \frac{\sin. \frac{1}{2} (\kappa - \mu)}{\sin. \frac{1}{2} (\kappa + \mu)}$$

2) X und Z aus B, ν und σ :

$$\text{tang. } \frac{1}{2} (X + Z) = \cot. \frac{1}{2} B \frac{\cos. \frac{1}{2} (\sigma - \nu)}{\cos. \frac{1}{2} (\sigma + \nu)}$$

$$\text{tang. } \frac{1}{2} (X - Z) = \cot. \frac{1}{2} B \frac{\sin. \frac{1}{2} (\sigma - \nu)}{\sin. \frac{1}{2} (\sigma + \nu)}$$

3) Y und Z aus C, ϱ und τ :

$$\text{tang. } \frac{1}{2} (Y + Z) = \cot. \frac{1}{2} C \frac{\cos. \frac{1}{2} (\tau - \varrho)}{\cos. \frac{1}{2} (\tau + \varrho)}$$

$$\text{tang. } \frac{1}{2} (Y - Z) = \cot. \frac{1}{2} C \frac{\sin. \frac{1}{2} (\tau - \varrho)}{\sin. \frac{1}{2} (\tau + \varrho)}$$

Zwischen den Kantenwinkeln und Hauptschnittwinkeln finden folgende Relationen Statt:

$$\sin. X : \sin. Y = \sin. \kappa : \sin. \mu,$$

$$\sin. Y : \sin. Z = \sin. \tau : \sin. \varrho,$$

$$\sin. Z : \sin. X = \sin. \nu : \sin. \sigma.$$

Berechnung der Axen aus den Kantenwinkeln.

Bevor man für eine durch ihre Kantenwinkel bestimmte Form zur Berechnung der Axen oder Parameter schreiten kann, müssen die, der ganzen Krystallreihe zu Grunde liegenden Angulardimensionen A, B und C bekannt sein, deren Kenntniss überhaupt von der grössten Wichtigkeit ist, wesshalb man sie wo möglich durch Messung zu bestimmen hat. Aus diesen Winkeln berechnet man nun zunächst den Mittelpunktswinkel α , β und γ wie vorher.

Nachdem diese gefunden sind, so lässt sich für jede Viertelpyramide aus je zweien ihrer Kanten X, Y und Z das Verhältniss ihrer Parameter berechnen, weil Alles auf die Berechnung zweier ungleichnamigen Hauptschnittwinkel ankommt. Diese Hauptschnittwinkel finden sich aber nach folgenden Formeln:

$$\cos. \mu = \frac{\cos. Y + \cos. X \cos. A}{\sin. X \sin. A}$$

$$\cos. \nu = \frac{\cos. Z + \cos. X \cos. B}{\sin. X \sin. B}$$

$$\cos. \kappa = \frac{\cos. X + \cos. Y \cos. A}{\sin. Y \sin. A}$$

$$\cos. \varrho = \frac{\cos. Z + \cos. Y \cos. C}{\sin. Y \sin. C}$$

$$\cos. \sigma = \frac{\cos. X + \cos. Z \cos. B}{\sin. Z \sin. B}$$

$$\cos. \tau = \frac{\cos. Y + \cos. Z \cos. C}{\sin. Z \sin. C}$$

wobei zu berücksichtigen ist, ob die Winkel A, B und C in der zu berechnenden Viertelpyramide spitz oder stumpf sind. Nach diesen Formeln braucht man jedoch nur immer einen der Hauptschnittwinkel zu berechnen, weil die erwähnten Relationen:

$$\sin. X : \sin. Y = \sin. \mu : \sin. \nu,$$

$$\sin. Y : \sin. Z = \sin. \tau : \sin. \varrho,$$

$$\sin. Z : \sin. X = \sin. \nu : \sin. \sigma,$$

so wie die bereits auch früher bemerkten Verhältnisse:

$$\mu + \nu + \gamma = 180^\circ,$$

$$\mu + \varrho + \beta = 180^\circ,$$

$$\sigma + \tau + \alpha = 180^\circ$$

auf leichterem Wege zur Kenntniss der ausserdem noch erforderlichen Hauptschnittwinkel führen. —

Hat man sich nun auf diese Weise die Kenntniss zweier ungleichnamigen Hauptschnittwinkel verschafft, so gelangt man sehr leicht mittelst der Proportionen:

$$\sin. \mu : \sin. \nu = b : a,$$

$$\sin. \mu : \sin. \varrho = c : a,$$

$$\sin. \sigma : \sin. \tau = c : b$$

auf die Bestimmung des Verhältnisses der Parameter a : b : c. —

Die **Zeichnung** einer klinorhomboidischen Pyramide siehe Naumanns Krystallographie pag. 283 — 285.

Das **Netz** der klinorhomboidischen Pyramide siehe Tab. III. Fig. 35.

Das Vorkommen der klinorhomboidischen Viertelpyramiden.

In der Natur: am Kupfervitriol r. P', Pyrallolith P, Albit P', Leukophan P', Axinit.

An den künstlichen Verbindungen sind die Vorkommnisse noch wenig oder gar nicht genau untersucht.

Auch das Ausmaass lässt sich, nachdem dieses

schwierige Feld noch nicht gehörig bearbeitet ist, nicht geben.

§. 86.

Grundgestalt des Hexagonal-System's.

Die hexagonale Pyramide. Naumann.

Jehlanec šestistěný oder **Křemotvar.**

Böhm.

Die gleichkantige sechsseitige Pyramide. Das Dirhomboëder. Mohs.

Das Quarzoid. Haid.

Das hexagonale Pyramidoëder. Der hexagonale Pyramidenflächner. Breith.

Die sechsgliedrige Doppelpyramide. Das Dihexaëder. Das Quarzoid. Weiss.

Das achteckige Dodekaëder zum Theil. Bernhardt.

Das Bipyramidal-Dodekaëder. Hausmann.

Das Dihexaëder. Glocker.

Der Zweimalsechsfächner. Köhler.

Die hexagonale Pyramide ist eine von zwölf gleichen und ähnlichen gleichschenkligen Dreiecken umschlossene Gestalt mit achtzehn zweiwerthigen Kanten und acht zweiwerthigen Ecken, deren Flächen in zwei sechszählige Flächensysteme vertheilt sind.

Die Kanten der hexagonalen Pyramide sind zweierlei, zwölf gleiche symmetrische Polkanten (X), welche je zu sechs an den Endpunkten der Hauptaxe liegen; sechs gleiche regelmässige Mittelkanten (Z), welche die Endpunkte der Nebenaxen verbinden und in einer Ebene liegen.

Die Ecke sind zweierlei, zwei hexagonale (regelmässige) Polecke, gebildet von den Polkanten; sechs rhombische Mittelecke, gebildet von den abwechselnden Pol- und Mittelkanten.

Die hexagonale Pyramide hat eine absolute Hauptaxe, diejenige, welche auf den andern normal steht und in dieser Stellung ist die horizontale Pro-

j e k t i o n ein Hexagon; drei gleiche Nebenaxen, welche die Mittelecke mit einander verbinden und sich in einer Ebene unter 60° schneiden, stellt man die Pyramide auf eine solche Nebenaxe, so ist die P r o j e c t i o n ein R h o m b u s, alle projecirten Rhomben sind in dieser Stellung gleich und ähnlich. —

Eine hexagonale Pyramide ist s p i t z, wenn die Polkanten länger als die Mittelkanten, oder wenn die Hauptaxe länger als die Nebenaxen, oder jemehr die Scheitelwinkel der gleichschenkligen Dreiecke sich von 60° bis an 0° nähern, oder je weniger die Polkantenwinkel sich 180° nähern; s t u m p f wird eine Pyramide genannt, wenn die Mittelkanten länger als die Polkanten sind, oder die Hauptaxe kürzer als die Nebenaxen, somit der Coëfficient $m < 1$ ist, oder jemehr sich die Scheitelwinkel 60° nähern und 60° übersteigen, oder je mehr die Polkantenwinkel sich 180° nähern. Die Pyramide, deren Mittelkante $Z = 109^\circ 28'$ misst, könnte als die Grenzform zwischen den stumpfen und spitzen Pyramiden gelten.

Bei der hexagonalen Pyramide gibt es vier H a u p t s c h n i t t e, von denen der b a s i s c h e Schnitt ein Hexagon, die drei vertikalen oder diagonalen Schnitte gleiche und ähnliche R h o m b e n sind; nebstdem sind alle Querschnitte Hexagone, alle vertikalen Nebenschnitte Figuren der rhombischen Reihe, und die drei vertikalen normalen Hauptschnitte geführt durch die Halbirungspunkte der gegenständigen Mittelkanten und die Hauptaxe geben ebenfalls unter einander congruente Rhomben, ebenso die drei vertikalen e x c e n t r i s c h e n Hauptschnitte, geführt durch die ausserhalb des Centrums der gegenständigen Mittelkanten gelegenen Punkte und die Hauptaxe unter einander congruente Rhomben. Bei der hexagonalen Pyramide wird die halbe Hauptaxe mit a , die halbe Nebenaxe mit 1 bezeichnet, und dasselbe endliche Verhältniss zeigen die Parameter, als $a : 1 : 1 : 1$. Es gibt drei,

ihrer Flächenstellung nach wesentlich verschiedene Unterarten der hexagonalen Pyramide:

$1^{\text{tens}}_{\text{w}}$ hexagonale Pyramiden der ersten Art, oder der Hauptreihe; ihre Flächen sind rechtwinkelig auf den diagonalen Hauptschnitten, und ihre Mittelkanten schneiden die Nebenaxen unter 60° .

$2^{\text{tens}}_{\text{w}}$ hexagonale Pyramiden der zweiten Art, oder der Nebenreihe; ihre Flächen sind rechtwinklig auf den normalen Hauptschnitten, oder ihre Mittelkanten schneiden die Nebenaxen unter 30° und 90° .

$3^{\text{tens}}_{\text{w}}$ hexagonale Pyramiden der dritten Art oder der Zwischenreihe oder Pyramiden von abnormer Flächenstellung, oder hemiëdrische Dihexaëder; ihre Flächen sind weder auf den normalen, noch auf den diagonalen Hauptschnitten rechtwinkelig, und ihre Mittelkanten schneiden die Nebenaxen unter Winkeln, welche $> 30^\circ$ und $< 90^\circ$ sind, ohne doch den Werth von 60° zu erreichen.

Die Grundform einer jeden hexagonalen Krystallreihe ist allemal eine Pyramide der ersten Art. Die Pyramide der dritten Art gehört zu den hemiëdrischen Gestalten. —

Das krystallographische Symbol der hexagonalen Pyramiden:

P oder m P. $1^{\text{ter}}_{\text{w}}$ Art; m P 2 der $2^{\text{ten}}_{\text{w}}$ Art; r oder $1 \frac{m P n}{2}$ der dritten Art. Naumann.

P $\pm$ n Mohs. Q. Haid. D Grundpyramide, m D das spitzere Dihexaëder der Hauptreihe, D mm das stumpfere Dihexaëder der Hauptreihe, D 2 stumpfere Grund-Dihexaëder, m D 2 spitzere Dihexaëder der Nebenreihe, D 2 mm stumpfere Dihexaëder der Nebenreihe, $\frac{D n}{2}$, $\frac{m D n}{2}$ Dihexaëder der Zwischenreihe. Kenngott.

(a : a^{ze} : ∞a) der ersten Ordnung; ($2 a$: a^{ze} : $2 a$) der

zweiten Ordnung; r oder $l^{1/2}$ ($a : x^z a : y a$) der dritten Ordnung. Köhler.

Die Berechnung.

Die Berechnung der hexagonalen Pyramiden basirt sich auf jene der holoëdrischen dihexagonalen Pyramiden, es wird daher aufmerksam gemacht, dass die hier angegebenen Formeln ihre Erklärung nur in der holoëdrischen dihexagonalen Pyramide finden können; denn wenn man zur Grundform eine Gestalt wählt, deren Parameter, ebenso wie die Axen, das endliche Verhältniss $a : 1 : 1$ haben, wo a in die Hauptaxe fällt, und construirt die sämtlichen isoparametrischen Flächen für solches Verhältniss, so erhält man als holoëdrische Grundgestalt eine von 12 gleichschenkeligen Dreiecken umschlossene Pyramide, welche aber in der Natur nicht vorkommt.

Aus einem jeden beliebigen Gliede mP der Hauptreihe lassen sich also durch angemessene Vergrößerungen der Nebenaxen nach den Coëffizienten n viele dihexagonale Pyramiden ableiten. Man multiplizire nämlich jede halbe Nebenaxe mit n , und verbinde die dadurch bestimmten neuen Endpunkte derselben mit den Endpunkten der Basis von mP , so erhält man eine zwölfseitige Figur, welche im Allgemeinen ein Dihexagon und die Basis der abzuleitenden Pyramide ist. Legt man hierauf Ebenen durch die Seiten dieser Figur und durch die Pole der Hauptaxe von mP , so ist eine dihexagonale, von 12 Skalenen begrenzte Pyramide mPn construirt worden. — Der Coëffizient n muss rational und > 1 , kann aber nie > 2 sein, weil sich schon für diesen Werth die dihexagonale Figur in das, um die Basis von mP regelmässig umschriebene Hexagon verwandelt, welches die Basis aller hexagonalen Pyramiden der zweiten Art ist. Für jeden, zwischen 1 und 2 liegenden Werth von n resultirt daher in der That eine dihexagonale Pyramide, deren Zeichen allgemein mPn ist.

Berechnung der Kantenwinkel und Zwischenaxen aus den Ableitungszahlen.

Kantenwinkel. In einer jeden dihexagonalen Pyramide mPn (Tab. III. Fig. 36) sei

die normale Polkante = X ,

die diagonale Polkante = Y ,

die Mittelkante = Z ,

so wird, wenn $4m^2a^2(n^2 - n + 1) + 3n^2 = M$ ist,

$$\cos. X = - \frac{2m^2a^2(n^2 - 2 + 2n) + 3n^2}{M}$$

$$\cos. Y = - \frac{2m^2a^2(4n - n^2 - 1) + 3n^2}{M}$$

$$\cos. Z = - \frac{4m^2a^2(n^2 - n + 1) - 3n^2}{M}$$

Die Cosinus der halben Winkel sind:

$$\cos. \frac{1}{2} X = \frac{ma(2-n)}{\sqrt{M}}$$

$$\cos. \frac{1}{2} Y = \frac{ma(n-1)\sqrt{3}}{\sqrt{M}}$$

$$\cos. \frac{1}{2} Z = \frac{n\sqrt{3}}{\sqrt{M}}$$

Hieraus folgen die Proportionen:

$$\cos. \frac{1}{2} X : \cos. \frac{1}{2} Z = ma(2-n) : n\sqrt{3},$$

$$\cos. \frac{1}{2} Y : \cos. \frac{1}{2} Z = ma(n-1) : n,$$

$$\cos. \frac{1}{2} X : \cos. \frac{1}{2} Y = 2-n : (n-1)\sqrt{3};$$

auch ergibt sich, dass $X=Y$. wenn $n = \frac{1}{2}(1 + \sqrt{3})$,
und dass also regelmässig zwölfseitige Pyramiden in der Natur nicht vorkommen können, weil sie eine irrationale Ableitungszahl voraussetzen.

Zwischenaxen. Für eine jede dihexagonale Form mPn bestimmt sich R oder die Länge der halben Zwischenaxe

$$R = \frac{n\sqrt{3}}{n+1}.$$

In den Pyramiden der Hauptreihe wird $R = \sqrt{3/4}$, und betrachtet man diesen Werth als den Grundwerth der Zwischenaxen, so wird der Coëfficient r , mit welchem dieser Grundwerth multiplicirt werden muss, um die Zwischenaxe irgend einer Form mPn zu erhalten:

$$r = \frac{2n}{n+1}.$$

In jeder hexagonalen Pyramide mP der Haupt- oder Grund-Reihe muss nun die Polkante mit X , die Mittelkante mit Z bezeichnet werden, und man findet unmittelbar aus den obigen Ausdrücken:

$$\cos. X = \frac{2m^2 a^2 + 3}{4m^2 a^2 + 3}$$

$$\cos. Z = \frac{4m^2 a^2 - 3}{4m^2 a^2 + 3},$$

so wie

$$\cos. \frac{1}{2} X : \cos. \frac{1}{2} Z = ma : \sqrt{3},$$

und endlich:

$$r = 1.$$

In jeder hexagonalen Pyramide $mP2$ der Neben- oder Gränz-Reihe muss dagegen die Polkante mit Y bezeichnet werden, während die Mittelkante den Buchstaben Z behält; man findet:

$$\cos. Y = - \frac{m^2 a^2 + 2}{2(m^2 a^2 + 1)}$$

$$\cos. Z = - \frac{m^2 a^2 - 1}{m^2 a^2 + 1},$$

ferner

$$\cos. \frac{1}{2} Y : \cos. \frac{1}{2} Z = ma : 2,$$

und endlich

$$r = \frac{4}{3}.$$

Berechnung der Ableitungszahlen aus den Kantenwinkeln der Gestalten.

Man bezeichne sich mit ν und ξ die Neigungswinkel der Polkanten Y und X eines Skalenoëders $\frac{mPn}{2}$ oder

mRn (Taf. III. Fig. 42) gegen die Hauptaxe, so wird der Winkel ξ für das Rhomboëder (Taf. III. Fig. 39 und 40).

Das zweikantige Tetragonaldodekaëder. Mohs. Das Deltoëder. oder die halbe hexagonale Pyramide der Neigungswinkel der Polkante bleiben, v dagegen jener der geneigten Diagonale der Rhomboëderflächen gegen die Hauptaxe sein. Ferner wird der Winkel des im Skalenoëder eingeschriebenen Rhomboëders mit ξ' bezeichnet.

I. Zur Bestimmung einer dihexagonalen Pyramide mPn sind im allgemeinen zwei ihrer Kantenwinkel erforderlich, aus welchen sich die Ableitungszahlen m und n in folgender Weise berechnen:

1) X und Z sind gegeben;

$$\text{man sucht } \cos. v = \frac{\cos. \frac{1}{2} X}{\sin. \frac{1}{2} Z}$$

$$\text{und findet } n - \frac{1}{2} = \text{tang. } (v - 30^\circ) \sqrt[3]{4}$$

$$ma = \text{tang. } \frac{1}{2} Z \sin. v.$$

2) Y und Z sind gegeben;

$$\text{man sucht } \cos. \delta = \frac{\cos. \frac{1}{2} Y}{\sin. \frac{1}{2} Z}$$

$$\text{und findet } n - \frac{1}{2} = \text{tang. } (120^\circ - \delta) \sqrt[3]{4}$$

$$ma = \text{tang. } \frac{1}{2} Z \sin. (150^\circ - \delta).$$

3) X und Y sind gegeben;

$$\text{man findet } \frac{2 - n}{n - 1} = \frac{\cos. \frac{1}{2} X \sqrt{3}}{\cos. \frac{1}{2} Y}$$

$$\text{bestimmt } \sin. \xi = \frac{n \sqrt{3}}{2 - n} \cot. \frac{1}{2} X$$

$$\text{und endlich } ma = \text{tang. } \xi.$$

Häufig ist die Pyramide von der Form $mP \frac{m}{m-1}$;

dann reicht ein Winkel zu ihrer Bestimmung hin; man findet nämlich

$$\text{aus } X: \sin. \xi' = \cos. \frac{1}{2} Z' \cot. \frac{1}{2} X \sqrt{3},$$

wo Z' die Mittelkante der Pyramide $2P2$ ist,

$$\text{und } ma = \text{tang. } (\frac{1}{2} Z' + \xi');$$

aus Y : $\cos. \nu = \frac{1}{a} \cot. \frac{1}{2} Y$

und $2m - 1 = \frac{1}{a} \tan. \sqrt{3}$,

endlich aus Z : $\cos. \delta = a \cot. \frac{1}{2} Z$

und $2m - 1 = \tan. \delta \sqrt{3}$.

II. Für die hexagonale Pyramide mP folgt:

aus X : $ma = \tan. \xi$,

wenn $\sin. \xi = \cot. \frac{1}{2} X \sqrt{3}$;

aus Z : $ma = \tan. \frac{1}{2} Z \sqrt{3/4}$.

III. Für die hexagonale Pyramide $mP2$ folgt:

aus Y : $ma = \tan. \frac{1}{2} Z$,

wenn $\sin. \frac{1}{2} Z = 2 \cos. \frac{1}{2} Y$;

aus Z : $ma = \tan. \frac{1}{2} Z$.

Das Netz einer spitzen hexagonalen Pyramide siehe Taf. III. Fig. 36, das einer stumpfen Fig. 37. Es wird so angefertigt:

Man beschreibe einen Kreis mit dem Halbmesser ad und bestimme in demselben mit der Linie cd sieben Punkte, welche durch die Verbindung mit dem Centrum a sechs gleichschenklige congruente Dreiecke geben. Ueber dem dritten Dreiecke verzeichne man ein congruentes und beschreibe aus dessen freier Spitze abermals denselben oben bestimmten Kreis, in welchem nach denselben Grundsätzen die noch fehlenden fünf Dreiecke zu verzeichnen sind.

Die Zeichnung in Naumanns Krystallographie p. 187, 188, 189 und 191.

Das Vorkommen der hexagonalen Pyramide.

In der Natur: am Coquimbit, Parisit, Pyromorphit, Mimetesit, Apatit, Quarz, Korund, Phakolith, Gmelinit, Herschelit, Nephelin und Eläolith, Davyn, Beryll, Phenakit, Magnesiaglimmer, Chlorit, Sideroschisolith, Pyrosomalith, Osmiridium (lichtes Osmiridium), Iridosmium (dunkles Osmiridium), Zinkenit, Eugenglanz, Molybdänglanz, Magnetkies, Rothnickelkies, Antimonnickel, Greenockit.

An künstlichen Verbindungen. Zinkoxyd, Bleisuperoxyd, Chromoxyd, Unterschweifelsaurer - Strontian, - Kalk, - Bleioxyd, die Verbindung von Traubenzucker (Stärke- oder Harnzucker) mit Chlornatrium.

Ausmaass.

Coquimbit. P. 58° .

Parisit. P. $164^{\circ}58'$.

Pyromorphit. P $a=0,7362$. $X=142^{\circ}12'$. $Z=80^{\circ}44'$.

Mimetesit. P $a=0,7392$. $X=142^{\circ}7'$. $Z=80^{\circ}58'$.

Apatit. $\frac{mPn}{2}$ $a=0,7321$. $X=142^{\circ}20'$. $Z=80^{\circ}25'$.

Quarz. P. $a:b:b=11:10:10$. $Z=103^{\circ}34'25''$.
 $X=133^{\circ}44'6''$.

3P. $X=148^{\circ}54'11''$. $Z=64^{\circ}50'17''$.

4P. $X=121^{\circ}14'30''$. $Z=157^{\circ}43'49''$.

2P2. $X=125^{\circ}50'48''$. $Z=131^{\circ}6'47''$.

$6P\frac{6}{3}$. $X=152^{\circ}6'49''$. $Z=57^{\circ}37'20''$.

P2. $X=136^{\circ}34'21''$. $Z=95^{\circ}27'9''$.

Korund. $\frac{4}{3}P2$, $\frac{8}{3}P2$, 4P2.

Phakolith. $\frac{2}{3}P2$.

Gmelinit. $\frac{2}{3}P2$, $X=141^{\circ}4'$. $Z=83^{\circ}36'$.

Herschelit. P. $X=124^{\circ}45'$.

Nephelin. P. $a=0,8376$. $X=139^{\circ}19'$. $Z=88^{\circ}6'$.

Davyn. $\frac{1}{2}P$. $Z=51^{\circ}46'$.

Beryll. P. $a=0,4978$. $X=151^{\circ}9'$. $Z=59^{\circ}47'$.
2P2.

Phenakit. $\frac{2}{3}P2$.

Magnesiaglimmer. P. 149° .

Chlorit. P. $106^{\circ}50'$.

Pyrosmalith. P. $115^{\circ}37'$.

Osmiridium. P. $a=1,63$. $Z=124^{\circ}$. $X=127^{\circ}36'$.

Zinkenit. P. $X=165^{\circ}26'$. $Z=25^{\circ}24'$.

Eugenglanz. P. $117^{\circ}0'$.

Magnetkies. P. $Z = 127^{\circ} 6'$. $X = 126^{\circ} 49'$. $a = 1,741$.

Rothnickelkies. P. $86^{\circ} 50'$.

Antimonnickel. P. $112^{\circ} 10'$.

Greenockit. P. $Z = 87^{\circ} 13'$. $X = 139^{\circ} 39'$. $a = 0,8249$.

$2P.Z = 124^{\circ} 34'$. $X = 127^{\circ} 27'$.

Zinkoxyd. P. $a = 0,655$. $Z = 74^{\circ} 12'$. $X = 144^{\circ} 54'$.

Chromoxyd. $\frac{4}{3}P2$. $a = 1,3707$. $Z = 122^{\circ} 38'$. $X = 85^{\circ} 52'$.

Unterschwefelsaurer Strontian, - Kalk, oder - Bleioxyd. P. $a = 1,485$. $X = 128^{\circ} 49'$. $Z = 119^{\circ} 30'$. auch $\frac{1}{2}P$.

Verbindung von Traubenzucker mit Chlornatrium. P. $a = 1,802$. $X = 126'$. $Z = 128^{\circ} 40'$.

Einfache Gestalten.

§. 87.

Des Tesseraleen Krystall-System's.

Geschlossene.

Holoëdrische.

Das Hexakisoctaëder. Naum. Der Sechsmal-achtflächner. Šestkrátosmistěn, čtyřcetiosmistěn, démantotvar. Böhm.

Das Tetrakontaoktaëder, Mohs. Das Adamantoid, Haid. Das Tesserakontaoktaëder, Breith. Der Achtundvierzigflach, Bernh. Das Trigonalpolyoëder, Hausm. Das Oktakishexaëder und Tetrakisgranatoëder, Glocker. Das Pyramidengranatoëder, Weiss. Der Kugling, Volger.

Symbol: mOn Naum.; Tn . Mohs; mAn . Haid.; $(a : xa : ya)$ Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 8.

Das Ikositesseraëder. Naum.

Čtyrmecitmastěn oder leucitotvar oder Komolcostěn. Böhm.

Das zweikantige Tetragonalikositetraeder, Mohs. Das Leucitoid und Leucitoeder, Weiss. Haid. Das Trapezoidale Ikositetraeder, Breith. Das Deltoidvierundzwanzigflach, Bernh. Das Trapezoeder, Hausm. Das Deltoidikositetraeder, Breith. Kenngott. Der Buckling, Volger.

Symbol: mOm . Naum.; Cn . Mohs; mL . Haid.; $(a : xa : xa)$ Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 7.

Das Triakisoktaeder. Naum.

Der Dreimalachtflächner. Trikrátosmistén oder Lestén-
notvar. Böhm.

Das oktaëdrische Trigonalikositetraeder, Mohs. Das Galenoid, Haid. Das oktaederkantige Ikositessaraeder, Breith. Das Pyramidenoktaeder oder Trigontriakisoktaeder, Weiss. Das Dreimalachtflach, Bernh. Das Diplogranatoeder (gemeinschaftlich mit dem Tetrakishehexaeder), Glocker. Das Pyramidenachtflach, Raumer. Der Höckerling, Volger.

Symbol: mO . Naum.; Bn . Mohs; nG . Haid.; $(a : a : xa)$ Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 6.

§. 88.

Hemiëdrische.

Mit Flächenparallelismus.

Das Pentagonikositetraeder. Kenng.

Pětičtykrátšestistén oder Vratitvar. Böhm.

Das Pentagonalikositetraeder, Mohs. Das Gyroid, Haid. Das verschobene Leucitoid, Weiss. Der Zwieschübling, Volger.

Symbol: $\frac{2mOn}{4}$ Naum.; $\frac{2Tn}{4}$ Mohs.; $\frac{2mAn}{4}$ Haid.;

$\frac{2}{4} (a : xa : ya)$ Köhler.

Netz: Taf. IV. Fig. 49.

Das Dyakisdodekaeder. Naum.

Der Zweimalzwölfflächner. Dvakrátđvanáctistén oder Sudotvar. Böhm.

Das dreikantige Tetragonalikositetraeder, Mohs. Das Diploid, Haid. Das gebrochene Pyritoeder, Weiss. Der ungleichwinkelige Vierundzwanzigflächner oder das heterogonale Ikositessaraeder, Breith. Das Trapezoidvierundzwanzigflach, Bernh. Das Kiesvier-

undzwanzigflach, Raumer. Das Trapezoiddodekaeder oder Diplopyritoeder, Glocker. Das Hemioktakishexaeder, Naum (sonst). Der Kugelstellig, Volger.

Symbol: $\left[\frac{m \ 0 \ n}{2} \right]$ Naum.; $\left[\frac{T \ n}{2} \right]$ Mohs; $\left[\frac{m \ A \ n}{2} \right]$ Haid.;
 $\left[\frac{1}{2} (a : xa : ya) \right]$ Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 15.

Ohne Flächenparallelismus.

Das Hexakistetraeder. Naum.

Der Sechsmalvierflach. Bernh. Osmikráttrojstěn oder Borotvar. Böhm.

Das tetraëdrische Trigonalikositetraeder, Mohs. Das Borazitoid, Haid. Das skalenische Ikositessaraeder, Breith. Das gebrochene Pyramidentetraeder, Weiss. Der Kugeltimpling, Volger.

Symbol: $\frac{m \ 0 \ n}{2}$ Naum.; $\frac{T \ n}{2}$ Mohs; $\frac{m \ A \ n}{2}$ Haid.; $\frac{1}{2} (a : xa : ya)$
 Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 12.

Das Trigondodekaeder. Naum.

Der Dreimalvierflach. Bernh. Dvanáctilichostranník oder Krušotvar. Böhm.

Das Trigonaldodekaeder, Mohs. Das Kyproid, Haid. Das pyramidale Dodekaeder oder das tetraederkantige Dodekaeder, Breith. Das Pyramidentetraeder, Weiss. Das Triakistetraeder, Kenng. Der Höckertimpling, Volger.

Symbol: $\frac{m \ 0 \ m}{2}$ Naum.; $\frac{Cn}{2}$ Mohs; $\frac{nL}{2}$ Haid.; $\frac{1}{2} (a : xa : xa)$
 Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 10.

Das Deltoiddodekaeder. Naum.

Der Deltoidzwölfflach. Bernh. und Breith. Dvanáctitrojstranník oder Komolotvar. Böhm.

Das zweikantige Tetragonaldodekaeder, Mohs. Das Deltoeder, Haid. Das Trapezoiddodekaeder, Weiss. Der Buckeltimpling, Volger.

Symbol: $\frac{m \ 0}{2}$ Naum.; $\frac{Bn}{2}$ Mohs; $\frac{nG}{2}$ Haid.; $\frac{1}{2} (a : a : xa)$
 Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 11.

Das Tetraëder. Naum. Mohs. Haid.

Der Vierflach, Bernh. Raumer. Breith. Čtyrstěn. Böhm.

Das Hemioktaëder, Rose. Der Timpling, Volger.

Flächenwinkel $70^{\circ} 51' 44''$

Symbol: $\frac{0}{2}$ Naum.; Mohs; Haid.; $\frac{1}{2}$ (a : a : a) Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 2.

Tetartoëdrische.

Das Pentagontriakistetraëder. Kenngott.

Der Fünfeckdreimalvierflach. Pětirikrátčtyrstěn oder Čtvrťitvár. Böhm.

Das tetraëdrische Pentagonalododekaëder, Mohs. Das Tetartoid, Haid. Das Tetartoheakisoktaëder, Glocker. Der Schübling, Volger.

Symbol: $\frac{mOn}{4}$ Naum.; $\frac{Tn}{4}$ Mohs; $\frac{mAn}{4}$ Haid.; $\frac{1}{4}$ (a : xa : ya) Köhler.

Netz: Taf. IV. Fig. 50 und 51 (rechts und links gedreht).

§. 89.

O f f e n e.

Holoëdrische.

Das Hexaëder. Der Autoren.

Der Würfel, Cubus. Kostka oder Krychle oder Šesti-stěn. Böhm.

Der Würfling, Volger.

Die tetragonale Axe verhält sich zur hexagonalen und zur rhombischen wie $1 : \sqrt{3} : \sqrt{2}$, es ist die Kante $C = 90^{\circ}$, $t = 3$ und $r = 2$.

Symbol: $\infty 0 \infty$. Naum.; H. Mohs und Haid.; ($\infty a : \infty a$) Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 3.

Das Tetrakis hexaëder. Naum. G. Rose. Kenng.

Der Viermalsechsfächner. Bernh. Čtyrykrátšestistěn oder Kazotvar. Böhm.

Das hexaëdrische Trigonalikositetraëder, Mohs. Das Fluoroid, Haid. Das hexaëderkantige Ikositetraëder, Breith. Der Pyrami-

denwürfel oder Trigontetrakisheptaëder, Weiss. Das Pyramiden-
sechseck, Raumer. Der Kippling, Volger.

Hexaëderkante C, Nebenkante A und man findet

$$\cos. A = -\frac{n^2}{n^2 + 1}, \cos. C = -\frac{2n}{n^2 + 1}, \text{ woraus folgt,}$$

dass $A = C$, wenn $n = 2$, dass also in $\infty O 2$ die sechsflächigen

$$\text{Ecke hexagonal sind; ferner wird } t = \frac{3n}{n+1} \text{ und } r = \frac{2n}{n+1}.$$

Symbol: $\infty O n$. Naum.; An. Mohs; n F. Haid.; $(a : xa : \infty a)$
Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 5.

Das Rhombendodekaëder. Naum.

Dvanáctistěn (kosníkový) oder Granátotvar. Böhm.

Das einkantige Tetragonaldodekaëder, Mohs. Das Granatoid,
Haid. Das Granatoëder, Weiss. Kenng. Das Granatdodekaëder,
Werner. Der Rautenzwölfflächner, Breith. Das reguläre Rhom-
bendodekaëder, Hausm. Der Rautenzwölfflach, Raum. Bernh. Der
Knöchling, Volger.

Kante: $A = 120^\circ$, $t = \frac{3}{2}$ und $r = 1$.

Ebene Winkel: Makrodiagonal $70^\circ 31' 44'' =$ denen von $\frac{0}{2}$,
Brachydiagonal $109^\circ 28' 16'' =$ denen von O.

Symbol: ∞O . Naum.; D. Mohs und Haid.; $(a : a : \infty a)$ Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 4.

Hemiëdrische.

Das Pentagondodekaëder. Naum.

Dvanáctipětistranník oder Kyzotvar. Böhm.

Das hexaëdrische Pentagonaldodekaëder, Mohs. Das Pyritoid
und Pyritoëder, Weiss. Haid. Der Kieszwölfflach, Raumer. Der
Zweimalsechseck, Bernh. Das domatische Dodekaëder, Breith.
Das Schwefelkiesdodekaëder, Kenng. Der Stelling, Volger.

Symbol: $\frac{\infty O n}{2}$. Naum.; $\frac{An}{2}$. Mohs; $\frac{nF}{2}$. Haid.; $\frac{1}{2}(a : xa :$

$\infty a)$ Köhler.

Netz: Taf. I. Fig. 9.

Nebstdem sind Netze einiger tesserale Combinationen angegeben:

Taf. IV. Fig. 52, 53, 54. $O. \infty 0 \infty$, wovon Fig. 54 das Cubo-oktaëder genannt wird.

Taf. V. Fig. 55. $\infty 0 \infty. \infty 0$. Das Haxaëder entkantet.

Taf. V. Fig. 56. $\frac{\infty 0 n}{2}. \infty 0 \infty$. Die Hauptkanten von $\frac{\infty 0 n}{2}$ abgestumpft.

Taf. V. Fig. 57. $\infty 0.0$. Die trigonalen Ecke von $\infty 0$ abgestumpft.

Taf. II. Fig. 16. $\frac{\infty 0 n}{2}. 0$. Das Ikosaëder.

§. 90.

Des tetragonalen Krystallsystem's.

Geschlossene.

Holoëdrische.

Die ditetragonale Pyramide. Naum.

Jehlanec osmistěnný oder Dvojjehtlanec čtvercový oder Cirkonotvar. Böhm.

Die ungleichkantige 8seitige Pyramide, Mohs. Das Zirkonoid, Haid. Der Vier und Vierkantner oder das 4 und 4kantige Dioktaëder, Weiss. Das ditetragonale Pyramidoëder, Breith. Die doppelt 8seitige Pyramide, Hausm. Der 16flächner, Köhler. Der Thürmling, Volger.

Symbol: mPn . Naum.; $(P + n)^m$ Mohs; Zm . Haid.; $(a : xa : yc)$ Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 19.

Hemiëdrische.

Das tetragonale Sphenoid. Naum.

Čtverostejnorameník oder Klínolvar čtvercový. Böhm.

Tetraëderähnliche Gestalten von gleichen und ähnlichen gleichschenkligen Dreiecken begränzt. Mohs.

Das quadratische Tetraëder oder Quadrattetraëder, Kennigott. Der tetragonale Keilflächner, Breith. Quadrathalbachtflächner, Köhler. Der Keiling, Volger.

Symbol: $\frac{mP}{2}$ Naum.; $\frac{P+n}{2}$ Mohs; $\frac{P}{2}$ Haid.; $\frac{1}{2} (a : a : xc)$

Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 21 und 22 (spitz und stumpf).

Das tetragonale Skalenoëder. Naum.

Osmerojinostrannik oder Dvojklinotvar. Böhm.

Pyramidenähnliche Gestalten, von ungleichseitigen Dreiecken begrenzt und von tetraëdrischer Hauptform, Mohs. Disphen, Haid. Diplotetraëder, Kenng. Das ditetragonale Skalenoëder, Breith. Der Halbsechszehnflächner, Köhler. Der tetragonale Doppelkeilflächner.

Symbol: $\frac{mPn}{2}$ Naum.; $\frac{(P+n)^m}{2}$ Mohs; $\frac{Zm}{2}$ Haid.;

$\frac{1}{2} (a : xa : yc)$ Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 23.

Das tetragonale Trapezoëder. Naum.

Osmerolicholožník oder Vratitvar osmistěnný. Böhm.

Pyramidenähnliche Gestalten von trapezoidalen Flächen, Mohs. Das Trapezoëder, Haid. Das ditetragonale Trapezoëder, Breith. Das quadratische Trapezoëder, Glocker. Das Trapezoidoktaëder, Kenngott. Der Halbzweimalachtflächner, Köhler.

Symbol: $\left[\frac{mPn}{2} \right]$ Naum.; $\left[\frac{(P+n)^m}{2} \right]$ Mohs; $\left[\frac{1}{2} (a : xa : yc) \right]$

Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 25 mit dem Dyoëder.

O f f e n e.

Das tetragonale Prisma. Naum.

Hranol čtvercový. Böhm.

Das gerade rechtwinkelige vierseitige Prisma, Mohs. Das regelmässige vierseitige Prisma, Haid. Das Quadratprisma, Weiss. Glocker, Kenng. Der Quaderling, Volger.

Symbol: normal: ∞P . Naum.; $P + \infty$ Mohs.; $(a : a : \infty c)$ Köhler.

diagonal: $\infty P \infty$. Naum.; $(P + \infty)$ Mohs.; $(a : \infty a : \infty c)$

Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 20.

Das ditetragonale Prisma. Naum. Breith.**Hranol osmistěnný. Böhm.**

Das achtseitige Prisma, Mohs. Haid. Das vier- und vierkantige Prisma, Weiss. Köhler. Die quadratoktagonale oder gebrochene quadratische Säule, Glocker. Das oktagonale Prisma, Kennigott. Der Kantling, Volger.

Symbol: ∞P_n . Naum.; $(P + \infty)^m$ Mohs; $(a : xa : \infty c)$ Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 24 mit dem Dyoëder.

Das Pinakoid. Naum.**Dvojstran oder Dvojstěn. Böhm.**

Das basische Flächenpaar, Naum. Die Endfläche, Mohs, Glocker. Die Base, Haid. Das quadratische Dyoëder, Kennigott. Der Plättling, Volger.

Symbol: OP . Naum.; $P - \infty$. Mohs; $(\infty a : \infty a : c)$ Köhler.

Einige tetragonale Combinationen:

Taf. V. Fig. 58: ∞P . P. Fig. 59: $\infty P \infty$. OP . P.

Taf. V. Fig. 61. P . $P + 1$.

Taf. V. Fig. 60. $\infty P \infty$. P .

§. 91.**Des rhombischen Krystall-System's.****Geschlossene.***Hemiëdrische.***Das rhombische Sphenoid. Naum.****Klínotvar jinostranný. Krymzotvar. Böhm.**

Tetraëdrische Gestalt von ähnlichen und gleichen ungleichseitigen Dreiecken begränzt, Mohs. Das Tartaroid, Haid. Das rhombische Sphenoëder, Breith. Bernh. Das rhombische Tetraëder, Kennigott. Der Rhombenhalbachtflächner, Köhler.

Symbol: $\frac{mP}{2}$ Naum.; $\frac{P+n}{2}$ Mohs; $\frac{0}{2}$ Haid.; $\frac{1}{2} (xa : yb : zc)$ Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 27.

O f f e n e.*Holoëdrische.***Das rhombische Prisma. Naum.****Hranol přímovělný. Böhm.**

Das vertikale Prisma, Mohs. Prismen, Haid. Die gerade Oblongsäule, die Rhombensäule, Köhler. Das Prisma der vertikalen Reihe, Kenngott. Das Makro- und brachydiagonale Flächenpaar, Breith.

Symbol: ∞P . Naum.; $P + \infty$. Mohs; $(\infty a : yb : zc)$ Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 28 mit dem Dyoëder.

Das rhombische Makrodoma. Naum.

Hranol ležatý dlouhočárný, oder Střechobok přimodělný dlouhočárný. Böhm.

Das horizontale Prisma, Mohs (mit dem Folgenden in Combination die Hilfs-gestalt). Das schmale Doma, Haid. Das Prisma der makrodiagonalen Reihe, Kenngott. Die stumpfen Zuschärfungen, Köhler.

Die Constructionsflächen in die brachydiagonalen Polkanten der rhombischen Pyramide gelegt; die Makrodiagonale der Basis bleibt ∞ .

Symbol: $m \bar{P} \infty$. Naum.; $\bar{D}$. Haid.; $P \bar{r} + n$. Mohs; $(xa : \infty b : zc)$ Köhler.

Netz: Taf. II. Fig. 29 mit dem Folgenden combinirt, als Mohs'sche Hilfs-gestalt.

Das rhombische Brachydoma. Naum.

Střechobok přimodělný krátkočárný. Böhm.

Das breite Doma, Haid. Das Prisma der brachydiagonalen Reihe, Kenngott. Die scharfen Zuschärfungen, Köhler.

Die Constructionsflächen in die makrodiagonalen Polkanten der rhombischen Pyramide gelegt; die Brachydiagonale der Basis bleibt ∞ .

Symbol: $m \check{P} \infty$. Naum.; $\bar{D}$. Haid. $P\check{r} + n$. Mohs; $(xa : yb : \infty c)$ Köhler.

Das rhombische basische Pinakoid. Naum.

Dvojstěn přimodělný. Böhm.

Das rhombische horizontale Dyoëder. Kenng.

Die Constructionsflächen der Basis der rhombischen Pyramide parallel, die Makro- und Brachydiagonale der Basis an der rhombischen Pyramide bleibt ∞ .

Symbol: OP . Naum.; $P - \infty$. Mohs; $O \infty \infty$. Kenngott; $(a : \infty b : \infty c)$ Köhler.

Netz: mit den beiden folgenden Pinakoiden Taf. III. Fig. 30, mit dem rhombischen Prisma Taf. II. Fig. 28.

Das rhombische Brachypinakoid. Naum.**Dvojstěn dlauhočárný. Böhm.**

Das makrodiagonale Dyoëder, Kenngott. Die Abstumpfungsflächen der scharfen Randecken, Köhler.

Die Constructionsflächen durch die Endpunkte der Makrodiagonale der Basis an der rhombischen Pyramide gelegt, somit parallel dem brachydiagonalen Hauptschnitte, die Hauptaxe und die Brachydiagonale der Basis der rhombischen Pyramide bleiben ∞ , begränzen (schneiden) das Makrodoma.

Symbol: $\infty \bar{P} \infty$. Naum.; $\text{Pr} + \infty$. Mohs; $\infty O \infty$. Kenngott ($\infty a : b : \infty c$) Köhler.

Das rhombische Makropinakoid. Naum.**Dvojstěn krátkočárný. Böhm.**

Das brachydiagonale Dyoëder, Kenngott. Die Abstumpfungsflächen der stumpfen Randecken, Köhler.

Die Constructionsflächen durch die Endpunkte der Brachydiagonale der Basis an der rhombischen Pyramide gelegt, somit parallel dem makrodiagonalen Hauptschnitte, die Hauptaxe und die Makrodiagonale der Basis der rhombischen Pyramide bleiben ∞ , begränzen das Brachydoma.

Symbol: $\infty \bar{P} \infty$. Naum.; $\text{Pr} + \infty$. Mohs; $\infty O \infty$. Kenngott. ($\infty a : \infty b : c$) Köhler.

Einige rhombische Combinationen:

Taf. V. Fig. 61: $\infty P. \bar{P} \infty$. Fig. 62: $\bar{P} \infty. m P.$ Fig. 63: $\infty P. \infty \bar{P} \infty. m P.$ Fig. 64: $m P. \infty \bar{P} n.$ Fig. 65: $m \bar{P} n. \infty \bar{P} n.$

Taf. VI. Fig. 67: $\bar{P} \infty. \bar{P} \infty. O P.$ Fig. 68: $m \bar{P} n. \infty \bar{P} n. \infty \bar{P} n.$

Taf. II. Fig. 29 $\frac{1}{2}$: $\infty P. m \bar{P} \infty. m \bar{P} \infty.$ (Das zweigliederige Granatoid.

§. 92.**Des klinorhombischen Krystallsystem's.****O f f e n e.****Das klinorhombische Prisma. Kenngott.****Hranol jednoklonný. Böhm.**

Das monoklinoëdrische Prisma, Naum. Das schiefe rectanguläre Prisma, Mohs. Das hemidomatische Prisma, Breith. Das Hendyoëder, Weiss. Das Dyhenoëder, Glocker.

Symbol: ∞P . Orthoprisma $\infty P n$. Klinoprisma ($\infty P n$) Naum.; $P + \infty$. Mohs; ($\infty a' : yb : zc$) Köhler.

Netz: Taf. III. Fig. 33 und Taf. VI. Fig. 71 und 72 mit dem basischen Pinakoid.

Das Orthodoma. Naum.

Střechobok rovnočárny. Böhm.

Das horizontale Prisma vom rhomboidischen Querschnitt, Naum. Die horizontale rhomboidische Säule, Glocker. Das horizontale klinorhombische Prisma, Kenngott.

Die Constructionsflächen durch die klinodiagonalen Polkanten (X und X') der klinorhombischen Pyramide gelegt, laufen der ∞ bleibenden Orthodiagonale parallel.

Die einander parallel laufenden zwei gleichwerthigen Flächen bilden ein Hemiorthodoma, die an X liegenden $+mP\infty$ oder $mP\infty$, an X' gelegenen $-mP\infty$.

Symbol: $\pm mP\infty = +mP\infty. -mP\infty$. Naum.

($xa' : yb : \infty c$) Köhler.

Das Klinodoma. Naum.

Střechobok klonočárny. Böhm.

Das Klinoprisma vom rhombischen Querschnitt. Naum.

Die klinodiagonale klinorhombische Säule. Glocker.

Die Constructionsflächen durch die orthodiagonalen Polkanten (YY') der klinorhombischen Pyramide gelegt, laufen der ∞ bleibenden Klinodiagonale parallel.

Symbol: ($mP\infty$). Naum.

($xa' : \infty b : zc$). Köhler.

Das basische Pinakoid. Naum.

**Das basische Flächenpaar. Naum. Dvojstěn jedno-
klonny. Böhm.**

Das geneigte Dyoëder, Kenngott. Die Hemidomen, Breith. Die schief angesetzten Endflächen, Glocker.

Die Constructionsflächen der Basis der klinorhombischen Pyramide parallel, die Ortho- und Klinodiagonale der Basis bleiben ∞ .

Symbol: OP . Naum.; $P - \infty$. Mohs; ($a' : \infty b : \infty c$) Köhler.

Netz sammt den zwei folgenden: Taf. III. Fig. 32 und 34, Taf. VI. Fig. 71 und 73.

Das Klinopinakoid. Naum.

Dvojstěn klonočárny. Böhm.

Das orthodiagonale Flächenpaar. Naum. Die Querflächen, G.

Rose. Das klinodiagonale Dyoëder, Kenngott. Die Abstumpfungsflächen der rechten und linken Seitenkanten der Rhombensäule, Köhler.

Die Constructionsflächen durch die Endpunkte der Orthodiagonale parallel der Hauptaxe und der Klinodiagonale (dem klinodiagonalen Hauptschnitte) an der klinorhombischen Pyramide gelegt, die Hauptaxe und Klinodiagonale bleiben ∞ , begränzen das Orthodoma.

Symbol: $(\infty P \infty)$. Naum.; $(\infty a' : \infty b : c)$. Köhler.

Das Orthopinakoid. Naum.

Dvojstěn rovnočárny. Böhm.

Die klinadiagonalen Flächenpaare, Naum. Die Längsflächen, G. Rose. Das orthodiagonale Dyoëder, Kenngott. Die Abstumpfungsflächen der vorderen und hinteren Seitenkanten der Rhombensäule, Köhler.

Die Constructionsflächen durch die Endpunkte der Klinodiagonale parallel der Hauptaxe und der Orthodiagonale (dem orthodiagonalen Hauptschnitte) an der klinorhombischen Pyramide gelegt, die Hauptaxe und Orthodiagonale bleiben ∞ , schneiden das Klinodoma.

Symbol: $\infty P \infty$. Naum.; $(\infty a' : b : \infty c)$. Köhler.

Einige klinorhombische Combinationen:

Taf. VI. Fig. 70: ∞P . - P. Fig. 72 $\frac{1}{2}$: ∞P . P. - P.

Fig. 74: ∞P . OP. - P.

Fig. 75: ∞P . OP. $\infty P \infty$. ($\infty P \infty$).

Fig. 76: ∞P . $\infty P \infty$. OP. *)

Fig. 77: ∞P . ($\infty P \infty$). — P.

Fig. 78: ∞P . ($P \infty$).

Tab. VII. Fig. 79: ∞P . OP. $\frac{1}{2} P \infty$.

Fig. 80: ∞P . OP. $\frac{1}{2} P \infty$. ($P \infty$).

§. 93.

Des klinorhomboidischen Krystallsystem's.

O f f e n e.

Das klinorhomboidische Prisma. Kenngott.

Hranol trojklonný. Böhm.

*) In der Figur 67. der Tafel VI. ist durch Versehen des Lithographen die Bezeichnung unrichtig, da die Zeichen ∞ , wie es die leeren Räume darthun, ausgelassen worden sind.

Das triklinoëdrische Prisma, Naum. Eine schiefe Rhomboidsäule, Mohs. Anorthische Prismen, Haid. Ein- und Einflächner, oder das Henoëder, Weiss.

Die zwei gleichen parallelen Flächen bilden zusammen das Hemiprisma und zwar das rechte $\infty P'$ und linke ∞P .

Symbol: $\infty, P' = \infty P, ' . \infty, P$. Naum; *) $\pm P + \infty . = + \frac{P + \infty}{2} - \frac{P + \infty}{2}$. Mohs; ($\infty a' : yb' : zc'$) Köhler.

Netz: Taf. VII. Fig. 83. mit dem basischen Pinakoid.

Das klinorhomboidische Makrodoma.

Střechobok trojklonný dlouhočárný. Böhm.

Das triklinoëdrische Makrodoma, Naum. Das geneigte makrodiagonale klinorhomboidische Prisma, Kenngott. Das Längshe- midoma, Haid.

Constructionsflächen zu legen wie beim rhombischen Kry- stallsystem; Pag. 186. §. 91.

Symbol: $m, \overline{P}, ' \infty = m, \overline{P}, \infty . m, \overline{P}, ' \infty$. Naumann; ($xa' : \infty b' : zc'$) Köhler.

Das klinorhomboidische Brachydoma.

Střechobok trojklonný krátkočárný. Böhm.

Das triklinoëdrische Brachydoma, Naum. Das geneigte bra- chydiagonale klinorhomboidische Prisma, Kenngott. Das Querhemi- doma, Haid.

Constructionsflächen (Pag. 187. §. 91).

Symbol: $m, \check{P}, ' \infty = m, \check{P}, \infty . m, \check{P}, ' \infty$. Naumann; ($xa' : yb' : \infty c'$) Köhler.

Das klinorhomboidische basische Pi- nakoid.

Dvojstěn trojklonný pásni. Böhm.

Das triklinoëdrische basische Pinakoid, Naum. Das klino- rhomboidische geneigte Dyoëder, Kenngott.

Constructionsflächen (Pag. 187. §. 91).

Symbol: OP . Naum.; $P - \infty$ Mohs; ($a' : \infty b' : \infty c'$) Köhler.

*) wobei die unteren Striche gewöhnlich weggelassen werden.

Das klinorhomboidische Brachypinakoid.

Dvojstěn trojklonný krátkočárný. Böhm.

Das triklinoëdrische Brachypinakoid. Naum.

Constructionsflächen (Pag. 187. §. 91).

Symbol: $\infty\bar{P}\infty$ Naum.; ($\infty a' : b' : \infty c'$) Köhler.

Das klinorhomboidische Makropinakoid.

Dvojstěn trojklonný dlouhočárný. Böhm.

Das triklinoëdrische Makropinakoid. Naum.

Constructionsflächen (Pag. 187. §. 91).

Symbol: $\infty\bar{P}\infty$. Naum.; ($\infty a' : \infty b' : c'$) Köhler.

Einige klinorhomboidische Combinationen:

Taf. VII. Fig. 81. $\infty P, 'P. \infty\bar{P}\infty. \infty P, 'P. \infty\bar{P}\infty$

Fig. 82: $\infty P, 'P. \infty\bar{P}\infty, \infty P, 'P. P'. 'P.$

Fig. 84: $\infty P, 'P. \infty\bar{P}\infty. P'.$

Fig. 85: $\infty P, 'P. \infty P, 'P. \infty\bar{P}\infty \infty\bar{P}\infty. P'.$

Fig. 86: $\infty P, 'P. \infty P, 'P. \infty\bar{P}\infty. OP.$

Fig. 87: $\infty\bar{P}\infty. \infty\bar{P}\infty. \bar{P}\infty.$

§. 94.

Des hexagonalen Krystallsystems.

Geschlossene.

Holoëdrische.

Die dihexagonale Pyramide. Naum.

Jehlanec dvojšesterečný oder Berillotvar. Böhm.

Die Dipyramide oder die ungleichschenkelig zwölfseitige Pyramide, Mohs. Das Berylloid, Haid. Die doppelt zwölfseitige Pyramide, Hausm. Das dihexagonale Pyramidoëder, Breith. Die sechs- und sechskantige Doppelpyramide, Weiss. Der Sechs- und Sechskantner oder das Didodekaëder, Kenngott.

Symbol: mPn oder $2(mP)^m$ oder $mP \frac{m}{m-1}$ Naum.

zc.

$2[(P + n)^m]$ Mohs; Bm. Haid.; ($a : xa : ya$) Köhler.

Netz: Taf. IV. Fig. 47.

Hemiëdrische ohne Flächenparallelismus.

Die trigonale Pyramide. Naum.

Jehlanec trojstěnný oder Polukřemotvar. Böhm.

Das Hemiquarzoid, Haid. Das Ditrioëder, Kenngott. Der Halbzweimalsechsfächner, Köhler.

Symbol: $\frac{mPn}{2}$ Naum.; $\frac{Q}{2}$ Haid.; $\frac{1}{2} (2a : a : 2a)$ Köhler.^{xc.}

Netz: Taf. III. Fig. 41.

Die ditrigonale Pyramide. Naum.**Jehlanec dvojtrojstěnný. Böhm.**

Die ungleichkantig sechsseitige Pyramide, Mohs. Das Diploiditrioëder, Kenngott.

Symbol: $\frac{2(mP)^m}{2}$ Naum.; $\frac{2[(P + n)^m]}{2}$ Mohs.

^{zc.}
 $\frac{1}{2} (a : xa : ya)$ Köhler.

Netz: Taf. IV. Fig. 44 $\frac{1}{2}$.

Das hexagonale Tropezoëder. Naum.**Dvojkosotvar. Böhm.**

Gleichkantige sechsseitige, pyramidenähnliche, durch rechts und links sich von einander unterscheidende Gestalten, Mohs. Das Diplagiëder, Haid. Das dihexagonale Trapezoëder, Breith. Das Hexagontrapezoëder, Glocker. Das Trapezoiddihexaëder, Kenngott. Der gedrehte Halbzweimalzwölffächner, Köhler.

Symbol: $\left(\frac{2(mP)^m}{2} \right)$ Naum.; $\frac{2[(P + n)^m]}{2}$ Mohs.

^{zc.}
 $\left[\frac{1}{2} (a : xa : ya) \right]$ Köhler.

Netz: Taf. IV. Fig. 46.

*Hemiëdrische mit Flächenparallelismus.***Das Rhomboëder, Naum. Mohs. Haid.****Kleneč. Böhm.**

Der Rautenflächner, Raumer, Weiss. Das achteckige Hexaëder, Bernh.

Symbol: mR. Naum.; $R \pm n$. Mohs; $\frac{1}{2} (a : a : \infty a)$ Köhl.^{xc.}

Netz: Tab. III. Fig. 39. und 40. (Spitz und stumpf).

Kolenati. El. d. Krystallographie.

Das hexagonale Skalenoëder. Naum.**Šesterojinostranník oder Vápnotvar. Böhm.**

Die ungleichkantige sechsseitige Pyramide, Mohs. Skalen-oëder, Haid. Der Drei- und Dreikantner, Weiss. Bipyramidoide, Hausm. Das dihexagonale Skalenoëder, Breith. Der Halbzweimal-zwölfflächner, Köhler. Kalkpyramiden, Raumer. Hundszahn, Schweins-zahn, Dento de cochon, de chien, cog tooth spar.

Symbol: mR^n Naum.; $(P \pm n)^m$ Mohs.; Sm. Haid.

zc.

$\frac{1}{2}(a : xa : ya.)$ Köhler.

Netz: Tab. III. Fig. 42.

*Tetartoëdrische.***Das trigonale Trapezoëder. Naum.****Kosotvar. Böhm.**

Von Trapezoiden begrenzte pyramidenähnliche Gestalten, Mohs. Quarty plagièdre, Hauy. Plagieder, Haid. Das ditrigonale Trapezoëder, Breith. Das Trigontrapezoëder, Glocker. Das Trape-zoidditrioëder, Kenngott. Der Halbzweimalsechsfächner, Köhler.

Symbol: $mP \frac{m}{m-1}$ oder $\frac{2(mP)^m}{4}$ oder noch besser

cz.

$\frac{mR^n}{2}$ Naum.; $\frac{(P + n)^m}{2}$ Mohs.; $\frac{1}{4}(a : xa : ya)$ Köhler.

Netz: Tab. IV, Fig. 45.

O f f e n e.**Das hexagonale Prisma. Naum.****Hranol šesterečný. Böhm.**

Die regelmässig sechsseitige Säule, Mohs. Sechseckige Pris-men, Haid. Reguläre sechsseitige Säulen, Glocker.

Symbol: ∞P oder ∞R 1. Art } Naum.; $P + \infty$ oder $R + \infty$
 $\infty P2$ " $\infty R2$ 2. Art }

Mohs.; ∞Q . Haid. $(a : a : \infty a)$ 1. Art } Köhler.
 $(2a : a : 2a)$ 2. Art }

Netz: Tab. III. Fig. 38. mit dem Pinakoid.

Das dihexagonale Prisma. Naum.

Hranol dvojšesterečný. Böhm.

Das ungleichwinklig zwölfseitige Prisma, Mohs. Zwölfseitige Prismen, Haid. Ungleichkantige zwölfseitige oder didodekaëdrische Säulen, Glocker. Das dodekagonale Prisma, Kenngott.

Symbol: ∞P_n oder ∞R^n . Naum.; $(P + \infty)^m$. Mohs.

∞c .
($a : xa : ya$). Köhler.

Netz: Tab. IV. Fig. 48.

Das trigonale Prisma. Naum.

Hranol trojstranný. Böhm.

Gleichkantig dreiseitige Säulen. Glocker.

Symbol: $\frac{\infty P^2}{2}$ Naum.; $\frac{P + \infty}{2}$ Mohs.

∞c
 $\frac{1}{2}(2a : a : 2a)$. Köhler.

Netz: Tab. IV. Fig. 44.

Das ditrigonale Prisma. Naum.

Hranol dvakráttrojstenný. Böhm.

Symbol: $\frac{\infty P_n}{2}$ Naum.; $\frac{P + \infty}{2}$ Mohs; $\frac{1}{2}(a : xa : ya)$. Köhl.

Netz: Tab. IV. Fig. 45 $\frac{1}{2}$.

Das Pinakoid. Naum.

Dvojstěn. Böhm.

Das hexagonale Dyöder, Kenngott. Die Endfläche, Mohs. Köhler. Die Base, Haid.

Symbol: OP oder OR. Naum.; $P - \infty$ oder $R - \infty$. Mohs.

c .
($\infty a : \infty a : \infty a$). Köhler.

Einige hexagonale Combinationen.

Taf. V. Fig. 66. ∞P . P. Tab. VI. Fig. 69. ∞R^2 . R.

§. 95.

**Darstellung der binären Combinationen oder
Ableitung der Gestalten.**

In der nachfolgenden Uebersicht, bei welcher besonders die tesseralen Gestalten als diejenigen berücksichtigt wurden, welche

in ihren Dimensionsverhältnissen die regelmässigsten aber auch wegen der Isometrie in ihren Combinationserscheinungen die schwierigsten sind, berufe mich an die vorausgeschickten §§. 28, 29, 30 und besonders auf den §. 31.

Es übergeht:

- | | |
|--|---|
| O in mOn , durch doppelte Zuspitzung der Ecken; | mOn in O, durch Abstumpfung der ditrigonalen Ecken. |
| O in mOm , durch Zuspitzung der Ecken von den Flächen aus; | mOm in O, durch Abstumpfung der trigonalen Ecken. |
| O in mO , durch Zuschärfung der Kanten; | mO in O, durch Abstumpfung der trigonalen Ecken. |
| O in $\infty O\infty$, durch Enteckung, Mittelkörper das Cubooktaëder; | $\infty O\infty$ in O, durch Enteckung. |
| O in ∞On , durch Zuspitzung der Ecken von den Kanten aus; | ∞On in O, durch Abstumpfung der Hexaëderecken. |
| O in ∞O durch Fntkantung; | ∞O in O, durch Abstumpfung der trigonalen Ecken. |
| O in $\frac{O}{2}$ durch Vergrösserung der Nachbarflächen; | $\frac{O}{2}$ in O, durch Enteckung bis zum Gleichgewicht der Flächen. |
| O in $\frac{2mOn}{4}$ durch halbe doppelte abwechselnde Zuspitzung der Ecken; | $\frac{2mOn}{4}$ in O, durch Abstumpfung der Hexaëderecken. |
| O in $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ durch abwechselnde doppelte Zuschärfung der Ecken; | $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ in O, durch Abstumpfung der Hexaëderecken. |
| O in $\frac{mOn}{2}$ durch halbe abwechselnde doppelte Zuspitzung der Ecken; | $\frac{mOn}{2}$ in O, durch Abstumpfung aller ditrigonalen Ecken. |
| O in $\frac{mOn}{4}$ durch viertel doppelte abwechselnde Zuspitzung der Ecken; | $\frac{mOn}{4}$ in O, durch Abstumpfung aller regelmässig trigonalen Ecken. |
| O in $\frac{mOm}{2}$ durch abwechselnde Zuschärfung aller Ecken von den Flächen aus; | $\frac{mOm}{2}$ in O, durch Abstumpfung aller Ecken. |

O in $\frac{\infty O n}{2}$ durch Zuschärfung der Ecken von den abwechselnden Kanten aus; $\frac{\infty O n}{2}$ in O , durch Abstumpfung der Hexaëderecken.

O in $\frac{m O}{2}$ durch Zuschärfung der abwechselnden Kanten; $\frac{m O}{2}$ in O , durch Abstumpfung aller trigonalen Ecken.

$m O n$ in $m' O' n$, durch Zuspitzung der rhombischen Ecken von den Flächen aus, wenn $r' < r$ und $\frac{t'}{r'} > \frac{t}{r}$ ist; wobei die Com-

binationenkanten mit den längsten Kanten entweder nach den Oktaëderecken hin convergiren, oder parallel laufen, oder nach den Hexaëderecken hin convergiren, wenn $t' >, =$ oder $< t$ ist; oder durch Zuschärfung der Hexaëderkanten, wenn $r' < r$ und

$\frac{t'}{r'} = \frac{t}{r}$; oder durch Zuspitzung der Hexaëderecken von den Flächen aus, wenn $t < t'$ und $\frac{t'}{r'} < \frac{t}{r}$, wobei die Combinations-

kanten mit den mittleren Kanten entweder nach den rhombischen Ecken hin convergiren oder parallel laufen, oder nach den Oktaëderecken hin convergiren, wenn $r' < \text{oder} = \text{oder} > r$ ist; oder durch Zuschärfung der Dodekaëderkanten, wenn $t' = t$ und $r' > r$ ist; oder durch Zuspitzung der Oktaëderecken von den Flächen aus, wenn $r' > r$ und $t' > t$ ist, wobei die Combinationenkanten mit den kürzesten Kanten entweder nach den Hexaëderecken hin convergiren, oder parallel laufen, oder nach den

rhombischen Ecken hin convergiren, wenn $\frac{t'}{r'} < \text{oder} = \text{oder} > \text{als} \frac{t}{r}$ ist; oder durch Zuschärfung der Oktaëderkanten, wenn

$r' = r$ und $t' > t$ ist. — Der rechts bei den Bezeichnungen oben angesetzte Strich deutet an, dass sie einen anderen Werth haben, als die ohne Strich. —

$m O n$ in $m O m$ durch Zuspitzung der Oktaëderecken von den Dodekaëderkanten aus, wenn

$$m' > \frac{2mn}{m + n}; \text{ oder durch}$$

Abstumpfung der Dodekaëderkanten, wenn $m' = \frac{2mn}{m + n}$

ist; oder durch halbe Zuspitzung der Hexaëderecken

$m O m$ in $m O n$, durch doppelte Zuspitzung der Oktaëderecken,

wenn $n' > m$; durch Zuschärfung der Oktaëderkanten,

wenn $n' = m$; durch Zuspitzung der rhombisch. Ecken

von den Flächen aus, wenn

$$n' < m \text{ und } \frac{t'}{r'} > \frac{t}{r}; \text{ durch}$$

Zuschärfung der Nebenkanten,

von den Dodekaëderkanten
aus, wenn $m' < \frac{2mn}{m+n}$ ist;

mOn in mO , durch Zuschärfung
der rhombischen Ecken von
den Hexaëderkanten aus; wenn

$m' > \frac{m(n+1)}{2n}$; durch Ab-
stumpfung der Hexaëderkan-
ten, wenn $m' = \frac{m(n+1)}{2n}$;

durch halbe Zuspitzung der
Hexaëderecken von den He-
xaëderkanten aus, wenn $m' < \frac{m(n+1)}{2n}$;

mOn in $\infty O \infty$, durch Abstum-
pfung der Oktaëderecken;

mOn in ∞On , durch Abstum-
pfung der Oktaëderkanten,
wenn $n' = m$; oder halbe
Zuspitzung der Oktaëderecken
von den Oktaëderkanten, wenn
 $n' > m$; oder durch Zuschärfung
der rhombischen Ecken von
den Oktaëderkanten aus, wenn
 $n' < m$;

mOn in ∞O , durch Abstum-
pfung der rhombischen Ecken;

mOn in $\frac{O}{2}$ durch Abstumpfung

wenn $n' < m$ und $\frac{t'}{r'} = \frac{t}{r}$;

durch doppelte Zuspitzung der
Hexaëderecken, wenn $n' < m$

und $\frac{t'}{r'} < \frac{t}{r}$.

mO in mOn , durch Zuschärfung
der Nebenkanten, wenn

$\frac{m'n'}{m'+n'} = \frac{m}{m+1}$; durch Zu-
spitzung der Hauptecken von

den Flächen aus, wenn

$\frac{m'n'}{m'+n'} > \frac{m}{m+1}$; durch

doppelte Zuspitzung der He-
xaëderecken, wenn $\frac{m'n'}{m'+n'}$

$< \frac{m}{m+1}$.

$\infty O \infty$ in mOn , durch doppelte
Zuspitzung der Ecken.

∞On in mOn , durch doppelte
Zuspitzung der tetragonalen
Ecken, wenn $\frac{m'n'}{m'+n'} > n$,

oder durch Zuschärfung der
Nebenkanten, wenn $\frac{m'n'}{m'+n'}$
 $= n$, oder durch Zuspitzung
der Hexaëderecke n von den
Flächen aus, wenn $\frac{m'n'}{m'+n'}$

$< n$ ist.

∞O in mOn , durch doppelte
Zuspitzung der Oktaëderecken,
wenn $mn > m+n$, oder
Hexaëderecken, wenn $mn <$
 $m+n$ oder Zuschärfung
der Kanten, wenn $mn = m$
 $+n$ ist.

$\frac{O}{2}$ in mOn siehe $\frac{O}{2}$ in O und

der abwechselnden Hexaëder-
ecken.

mOn in $\frac{2mOn}{4}$ durch Vergrös-
serung der Nebenflächen;

mOn in $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ durch Ver-
grösserung der abwechseln-
den Nachbarflächenpaare;

mOn in $\frac{mOn}{2}$ durch Vergrös-
serung der abwechselnden
sechszähligen Flächensysteme.

mOn in $\frac{mOn}{4}$ durch Vergrösse-
rung der halben Anzahl der
abwechselnden Nebenflächen.

mOn in $\frac{mOm}{2}$ durch abwech-
selnde Zuschärfung aller Ok-
taëderecken von den abwech-
selnden Dodekaëderkanten aus.

mOn in $\frac{\infty On}{2}$ durch Zuschär-
fung der Oktaëderecken von
den abwechselnden Oktaëder-
kanten aus.

mOn in $\frac{mO}{2}$ durch Zuschärfung
der abwechselnden rhombi-
schen Ecken von den Hexa-
ëderkanten aus.

mOm in mO , durch Zuschärfung
der rhombischen Ecken von
den kürzeren Kanten aus,
wenn $m' > \frac{m+1}{2}$; oder

O in mOn .

$\frac{2mOn}{4}$ in mOn , durch doppelte
Zuspitzung der Oktaëder- oder
Hexaëderecken.

$\left[\frac{mOn}{2}\right]$ in mOn , durch dop-
pelte Zuspitzung der rhom-
bischen oder trigonal. Ecken*).

r. $\frac{mOn}{2}$ durch mOn in l. $\frac{mOn}{2}$
durch flache Zuspitzung der
Tetreëderecken von den Flä-
chen aus.

$\frac{mOn}{4}$ in mOn , durch gleichför-
mige doppelte Zuspitzung aller
regelmässig trigonalen Ecken.

$\frac{\infty On}{2}$ in mOn , durch Zuschär-
fung der Nebenkanten.

mO in mOm durch (halbe) Zu-
spitzung der Oktaëderecken
von den Nebenkanten aus,
wenn $m' > \frac{2m}{m+1}$; oder

*) l. $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ durch mOn in r. $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ durch Zuschärfung der unregelmässig
tetragonalen Ecken von den mittleren Kanten aus.

durch Abstumpfung der kürzeren Kanten, wenn $m' = \frac{m+1}{2}$; oder durch Zuspitzung der Hexaëderecken von den Kanten aus, wenn $m' < \frac{m+1}{2}$ ist.

mOm in $\infty O \infty$, durch Abstumpfung der Oktaëderecken;

mOm in ∞On , durch Abstumpfung der Oktaëderkanten, wenn $n = m$; oder durch Zuspitzung der Oktaëderecken von den Kanten aus, wenn $n > m$; oder durch Zuschärfung der rhombischen Ecken von den längsten Kanten aus, wenn $n < m$ ist;

mOm in ∞O , durch Abstumpfung der rhombischen Ecken;

mOm in $\frac{O}{2}$ durch Abstumpfung der abwechselnden Hexaëderecken;

mOm in $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ durch abwechselnde doppelte Zuschärfung der Oktaëderecken von den abwechselnden Oktaëderkanten aus;

durch Abstumpfung der Nebenkanten, wenn $m' = \frac{2m}{m+1}$; oder durch Zuspitzung der Hexaëderecken von den Kanten aus, wenn $m' < \frac{2m}{m+1}$ ist.

$\infty O \infty$ in mOm durch Zuspitzung der Ecken von den Flächen aus.

∞On in mOm durch halbe Zuspitzung der Hexaëderecken von den Nebenkanten aus, wenn $m < 2n$; oder durch Abstumpfung der Nebenkanten, wenn $m = 2n$; oder durch Zuspitzung der tetragonalen Ecken von den Kanten aus, wenn $> 2n$ ist.

∞O in mOm , durch Zuspitzung der tetragonalen Ecken von den Kanten aus, wenn $m > 2$; oder durch Entkantung, wenn $m = 2$; oder Zuspitzung der Hexaëderecken von den Kanten aus, wenn $m < 2$ ist.

$\frac{O}{2}$ durch O in mOm (siehe O in mOm).

$\left[\frac{mOn}{2}\right]$ in $m'Om'$, durch Zuspitzung der rhombischen Ecken von den Flächen aus, wenn $m' > m$; oder durch Zuschärfung der kürzeren Kanten, wenn $m' = m$; oder durch Zuschärfung der deltoischen Ecken, die Zuschärfungsflächen auf die der kürzesten Kante anliegenden Flächen aufgesetzt; oder schiefe Abstumpfung der mittleren Kanten, die Abstumpfungsflä-

mOm in $\frac{mOm}{2}$ durch Vergrößerung der Nachbarflächen.

mOm in $\frac{\infty On}{2}$ durch Zuschärfung der Oktaëderecken von den abwechselnden Oktaëderkanten aus, wenn $n > m$; durch Abstumpfung der abwechselnden Oktaëderkanten, wenn $n = m$; durch Zuschärfung der abwechselnden rhombischen Ecken von den Oktaëderkanten aus, wenn $n < m$;

mOm in $\frac{mO}{2}$ durch Zuschärfung der abwechselnden rhombischen Ecken von den kürzeren Kanten aus.

mO in $m'O$ durch Zuschärfung der Hauptkanten, wenn $m' > m$; oder durch Zuspitzung der Hexaëderecken von den Flächen, wenn $m' < m$ ist.

mO in $\infty O\infty$ durch Abstumpfung der Oktaëderecken;

mO in ∞On durch halbe Zu-

chen auf die kürzesten Kanten aufgesetzt; oder Zuspitzung der Hexaëderecken, die Zuspitzungsflächen schief auf die Flächen an die der kürzesten Kante anliegende mittlere Kante aufgesetzt, wenn $m' < m$ und entweder $>$ oder $=$ oder $<$ $\frac{mn(mn-1) + m(m-n)^2}{(m^2-n)n}$.

$\frac{mOm}{2}$ in mOm , durch (halbe) Zuspitzung der Tetraëderecken von den Hauptkanten aus.

$\frac{\infty On}{2}$ in mOm , durch Zuschärfung der unregelmässig trigonalen Ecken, die Zuschärfungsflächen auf die der Hauptkante anliegenden Flächen aufgesetzt; oder durch schiefe Abstumpfung der Nebenkanten, die Abstumpfungsflächen auf die Hauptkanten aufgesetzt; oder durch Zuspitzung der Hexaëderecken, die Zuspitzungsflächen schief auf die Flächen an die der Hauptkante anliegende Nebenkante aufgesetzt, wenn m entweder $>$ oder $=$ oder $<$ als $\frac{n^2+4}{n}$ ist.

$\infty O\infty$ in mO durch Zuspitzung der Ecken von den Kanten aus.

∞On in mO durch halbe Zu-

spitzung der Oktaëderecken
von den Oktaëderkanten aus;
 mO in ∞O durch Abstumpfung
der Oktaëderkanten;

mO in $\frac{O}{2}$ durch Abstumpfung
der abwechselnden Hexaëder-
ecken.

mO in $\left[\frac{mOn}{2} \right]$ durch abwech-
selnde doppelte Zuschärfung
der Oktaëderecken von den
an den abwechselnden Haupt-
kanten gelegenen Flächen aus;

mO in $\frac{\infty On}{2}$ durch Zuschärfung
der Oktaëderecken von den ab-
wechselnden Hauptkanten aus.

spitzung der Hexaëderecken
von den Hexaëderkanten aus.
 ∞O in mO durch Zuspitzung
der Hexaëderecken von den
Flächen aus.

$\frac{O}{2}$ durch O in mO . (siehe O in
 mO).

$\left[\frac{mOn}{2} \right]$ in mO durch Zuspitzung
der Hexaëderecken, die Zu-
spitzungsflächen schief auf die
Fläche an die der längsten
Kante anliegende mittlere Kante
aufgesetzt; oder schiefe Ab-
stumpfung der mittleren Kan-
ten, die Abstumpfungsflächen
auf die längsten Kanten auf-
gesetzt; oder Zuschärfung der
deltoidischen Ecken, die Zu-
schärfungsflächen auf die der
längsten Kante anliegenden
Flächen aufgesetzt, wenn $m' <$
oder $=$ oder $>$ als
 $mn (mn-1)$
 $(m^2-n) n - (m-n^2) m$

$\frac{\infty On}{2}$ in mO durch Zuspitzung
der Hexaëderecken, die Zu-
spitzungsflächen schief auf die
Flächen an die der Höhenlinie
anliegende Nebenkante aufge-
setzt; oder schiefe Abstumpfung
der Nebenkanten, die Abstum-
pungsflächen auf die Höhen-
linien aufgesetzt; oder Zuschär-
fung der unregelmässig tri-
gonalen Ecken, die Zuschär-
fungsflächen auf die der Haupt-
kante gegenüberliegende Flä-
che aufgesetzt, wenn $m <$ oder
 $=$ oder $> \frac{n^2}{n-1}$ ist.

$m0$ in $\frac{m0}{2}$ durch Verschwinden oder Vergrößerung der abwechselnden Flächensysteme.

$\infty 0 \infty$ in $\infty 0 n$ durch Kantenzuschärfung;

$\infty 0 \infty$ in $\infty 0$ durch Entkantung;

$\infty 0 \infty$ in $\frac{0}{2}$ durch abwechselndes Entecken;

$\infty 0 \infty$ in $\left[\frac{m0n}{2} \right]$ durch abwechselnde halbe doppelte Zuspitzung aller Ecken.

$\infty 0 \infty$ in $\frac{m0n}{2}$ durch doppelte Zuspitzung der abwechselnden Ecken.

$\infty 0 \infty$ in $\frac{m0n}{4}$ durch halbe doppelte Zuspitzung der abwechselnden Ecken;

$\infty 0 \infty$ in $\frac{m0m}{2}$ durch Zuspitzung der abwechselnden Ecken von den Flächen aus;

$\infty 0 \infty$ in $\frac{\infty 0 n}{2}$ durch halbe abwechselnde Zuschärfung aller Kanten;

$\infty 0 \infty$ in $\frac{m0}{2}$ durch Zuspitzung der abwechselnden Ecken von den Kanten aus;

$\infty 0 n$ in $\infty 0 n'$ durch Zuspitzung der tetragonalen Ecken von den Flächen aus, wenn $n' > n$; oder durch Zuschärfung der Hauptkanten, wenn $n' < n$ ist.

$\infty 0 n$ in $\infty 0$ durch Abstumpfung der Hauptkanten;

$\frac{m0}{2}$ in $m0$ durch flache Zuspitzung der Tetraederecken von den Flächen aus bis zum Gleichgewicht.

$\infty 0 n$ in $\infty 0 \infty$ durch Abstumpfung der Nebenecken.

$\infty 0$ in $\infty 0 \infty$ durch Abstumpfung der Oktaederecken.

$\frac{0}{2}$ in $\infty 0 \infty$ durch Entkantung.

$\left[\frac{m0n}{2} \right]$ in $\infty 0 \infty$ durch Abstumpfung der rhombischen Ecken.

$\frac{m0n}{2}$ in $\infty 0 \infty$ durch Abstumpfung der rhombischen Ecken.

$\frac{m0n}{4}$ in $\infty 0 \infty$ durch Abstumpfung der Hauptkanten.

$\frac{m0m}{2}$ in $\infty 0 \infty$ durch Abstumpfung der tetraëdrischen Kanten.

$\frac{\infty 0 n}{2}$ in $\infty 0 \infty$ durch Abstumpfung der Grundkanten.

$\frac{m0}{2}$ in $\infty 0 \infty$ durch Abstumpfung der rhombischen Ecken.

$\infty 0$ in $\infty 0 n$ durch Zuspitzung der Oktaederecken von den Flächen aus.

$\infty 0n$ in $\frac{0}{2}$ durch Abstumpfung der abwechselnden Hexaëder-ecken;

$\infty 0n$ in $\frac{m0n}{2}$ durch Zuspitzung der abwechselnden Hexaëder-ecken;

$\infty 0n$ in $\frac{m0m}{2}$ durch Zuschärfung der tetragonalen Ecken von den abwechselnden Kanten aus; oder durch halbe Zuspitzung der abwechselnden Hexaëderecken von den Nebenkanten aus;

$\infty 0n$ in $\frac{\infty 0n}{2}$ durch Vergrößerung oder Verschwinden der Nebenflächen.

$\infty 0n$ in $\frac{m0}{2}$ durch halbe Zuspitzung der abwechselnden Hexaëderecken von den Hexaëderkanten aus;

$\infty 0$ in $\frac{0}{2}$ durch Abstumpfung

$\frac{0}{2}$ in $\infty 0n$ durch doppelte Zuspitzung der Ecken.

$\frac{m0n}{2}$ in $\infty 0n'$ durch Zuspitzung der rhombischen Ecken von den Flächen aus, wenn $n' > \frac{mn}{m-n}$; oder durch Zuschärfung der mittleren Kanten, wenn $n' = \frac{mn}{m-n}$; oder durch Zuspitzung der Tetraëderecken von den Flächen aus, wenn $n' < \frac{mn}{m-n}$ ist.

$\frac{m0m}{2}$ in $\infty 0n$ durch Zuspitzung der Tetraëderecken von den Flächen aus.

$\frac{\infty 0n}{2}$ in $\infty 0n$ durch Abstumpfung der unregelmässig trigonalen Ecken.

$\frac{m0}{2}$ in $\infty 0n$ durch Zuspitzung der rhombischen Ecken von den Flächen aus, wenn $n > \frac{m}{m-1}$; oder durch Zuschärfung der längsten Kanten, wenn $n = \frac{m}{m-1}$; oder durch doppelte Zuspitzung der Tetraëderecken, wenn $n < \frac{m}{m-1}$ ist.

$\frac{0}{2}$ in $\infty 0$ durch Zuspitzung der

der abwechselnden Hexaëder-
ecken;

∞O in $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ durch abwech-
selnde doppelte Zuschärfung
der Oktaëderecken von den
Flächen aus;

∞O in $\frac{mOm}{2}$ durch Abstum-
pfung der an den abwechseln-
den Hexaëderecken liegenden
Kanten;

∞O in $\frac{\infty On}{2}$ durch Zuschärfung
der Oktaëderecken von den
Nebenflächen aus;

∞O in $\frac{mO}{2}$ durch Zuspitzung
der abwechselnden Hexaëder-
ecken von den Flächen aus;

$\frac{O}{2}$ in $\frac{O}{2}$ durch Abstumpfung
der Ecken bis zum Verschwin-
den der Flächen.

$\frac{O}{2}$ in $\frac{mOn}{4}$ durch abwechselnde
doppelte Zuspitzung der Ecken;

$\frac{O}{2}$ in $\frac{mOn}{2}$ durch doppelte stum-
pfe oder spitze Zuspitzung
der Ecken;

$\frac{O}{2}$ in $\frac{mOm}{2}$ durch Zuschärfung
der Kanten oder durch Zu-
spitzung der Ecken von den
Kanten aus;

Ecken von den Flächen aus,
wobei die Kantenwinkel der
neu entstandenen Ecke 120°
betragen.

$\left[\frac{mOn}{2}\right]$ in ∞O durch Abstum-
pfung der deltoischen Ecken,
die Abstumpfungsfächen ge-
rade auf die längsten oder
kürzesten Kanten aufgesetzt.

$\frac{mOm}{2}$ in ∞O durch halbe Zu-
spitzung der Hauptecken von
Nebenkanten aus.

$\frac{\infty On}{2}$ in ∞O durch Abstumpfung
der unregelmässig trigonalen
Ecken, die Abstumpfungsfä-
chen gerade auf die Haupt-
kante aufgesetzt.

$\frac{mO}{2}$ in ∞O durch Zuspitzung
der Tetraëderecken von den
Flächen aus, wobei der Kan-
tenwinkel der neuen Ecke 120°
beträgt.

$\frac{mOn}{4}$ in $\frac{O}{2}$ durch Abstumpfung
der regelmässig trigonalen Ne-
benecken.

$\frac{mOn}{2}$ in $\frac{O}{2}$ durch Abstumpfung
der ditrigonalen Haupt- oder
Nebenecken.

$\frac{mOm}{2}$ in $\frac{O}{2}$ durch Abstumpfung
der Haupt- oder Nebenecken.

$\frac{0}{2}$ in $\frac{m0}{2}$ durch Zuspitzung der Ecken von den Flächen aus, wobei die Kantenwinkel der neu entstandenen trigonalen Ecke $<$ oder $>$ als 120° sind.

$\frac{2m0n}{4}$ in $\infty 0 \infty$ durch Abstumpfung der Oktaëderecken.

$\frac{2m0n}{4}$ (durch $m0n$) in $\frac{2m0n}{4}$ durch Abstumpfung der unregelmässigen trigonalen Ecken bis zum Verschwinden der Flächen.

$\frac{m0n}{4}$ in $\frac{0}{2}$ durch Abstumpfung der regelmässig trigonalen Haupt- oder Nebenecken.

$\frac{m0n}{4}$ in $\frac{m0n}{4}$ durch Abstumpfung der unregelmässigen trigonalen Ecken.

$\left[\frac{m0n}{2}\right]$ in $\left[\frac{m'0n'}{2}\right]$ durch Zuschärfung der längeren Kanten, wenn $n'=n$ und $m'>m$ ist.

Durch Zuspitzung der rhombischen Ecken von den Flächen aus, wenn $n'>n$ und $m'>m$ ist.

Durch Zuschärfung der kürzesten Kanten, wenn $n'>n$ und $m'=m$ ist.

Durch Zuschärfung der deltoïdischen Ecken, die Zuschärfungsflächen auf die an den kürzesten Kanten liegenden Flächen aufgesetzt, wenn $n'>n$ und $m'<m$ und zugleich auch $m'>$

$\frac{n'(m-n^2)m}{n'(m^2-n)n - (mn-1)mn}$ ist.

Durch schiefe Abstumpfung der mittleren Kanten, die Abstumpfungsflächen auf die kürzesten Kanten aufgesetzt, wenn $m'<m$

und $n' = \frac{m'(mn-1)mn}{m'(m^2-n)n - (m-n^2)m}$ ist.

Durch Zuspitzung der trigonalen Ecken von den Flächen aus, wenn $m'<m$, wobei die Zuspitzungsflächen entweder schief an die der kürzeren Kante angränzende mittlere Kante, oder gerade, oder

$\frac{m0}{2}$ in $\frac{0}{2}$ durch Abstumpfung der spitzigen oder stumpfen trigonalen Ecken.

schief an die der längeren Kante anliegende mittlere Kante aufgesetzt sind, wenn $n' >$ oder $=$ oder $<$ als $\frac{m' (m-1) n}{m' (m-n) + m (n-1)}$.

Durch schiefe Abstumpfung der mittleren Kanten, die Abstumpfungsflächen auf die längeren Kanten aufgesetzt, wenn $m' < m$ und

$$n' = \frac{m' (m^2 - n) n}{(mn - 1) mn + m' (m - n^2) m}.$$

Durch Zuschärfung der deltoideischen Ecken, die Zuschärfungsflächen auf die den längsten Kanten anliegenden Flächen aufgesetzt, wenn $n' < n$ und $m' >$

$$\frac{n' (mn - 1) mn}{(m^2 - n) n - n' (m - n^2) m}.$$

$\left[\frac{mOn}{2} \right]$ in $\left[\frac{m'O'n'}{2} \right]$ durch Zuschärfung der kürzeren Kanten wenn $n' = m$.

Durch Zuspitzung der rhombischen Ecken, die Zuspitzungsflächen auf die Flächen aufgesetzt, wenn $n' > m$.

Durch Zuspitzung der Hexaëderecken, die Zuspitzungsflächen schief an die der kürzesten Kante anliegende mittlere Kante auf die Fläche aufgesetzt,

$$\text{wenn } n' < m \text{ und } m' < \frac{n' (mn - 1) mn}{n' (m^2 - n) n - (m - n^2) m}.$$

Durch schiefe Abstumpfung der mittleren Kanten, die Abstumpfungsflächen auf die kürzesten Kanten aufgesetzt,

$$\text{wenn } n' < m \text{ und } m' = \frac{n' (mn - 1) mn}{n' (m^2 - n) n - (m - n^2) m}.$$

Durch Zuschärfung der deltoideischen Ecken, die Zuschärfungsflächen auf die an den kürzesten Kanten liegenden Flächen aufgesetzt, wenn $n' < m$ und $m >$

$$\frac{n' (mn - 1) mn}{n' (m^2 - n) n - (m - n^2) m}.$$

$\left[\frac{mOn}{2} \right]$ in $\frac{\infty On'}{2}$ durch Zuschärfung der rhombischen Ecken von den längsten Kanten aus, wenn $n' > n$; durch Abstumpfung der längsten Kanten, wenn $n' = n$; durch Abstumpfung der deltoideischen Ecken, die Abstumpfungsflächen gerade auf die längsten Kanten aufgesetzt, wenn $n' < n$ ist.

$\frac{\infty On}{2}$ in $\left[\frac{m'On'}{2} \right]$ durch Zuschärfung der unregelmässig trigonalen Ecken, die Zuschärfungsflächen auf die der Hauptkante anliegenden Flächen aufgesetzt, wenn $n' > n$ und $m' > \frac{n'}{(n' - n) n}$; oder die Zuschärfungsflächen auf die der Hauptkante gegenüberliegende Fläche an die beiden

Nebenkanten aufgesetzt, wenn
 $n' < n$ und $m' > \frac{n'n^2}{n-n'}$;

durch schiefe Abstumpfung
 der Nebenkanten, die Abstump-
 fungsflächen auf die Haupt-
 kanten aufgesetzt, wenn $n' > n$

und $m' = \frac{n'}{(n' - n)n}$; oder die

Abstumpfungsflächen auf die
 Höhenlinien aufgesetzt, wenn

$n' < n$ und $m' = \frac{n'n^2}{n - n'}$ ist;

durch Zuspitzung der Hexa-
 ederecken von den Flächen

aus, wenn $m' < \frac{n'}{(n' - n)n}$

und $< \frac{n'n^2}{n - n'}$, wobei die

Zuspitzungsflächen entweder

schief an die der Hauptaxe

anliegenden Nebenkanten, oder

gerade auf die Flächen, oder

schief an die der Höhenlinie

anliegenden Nebenkanten auf-
 gesetzt sind, wenn $n' > n$ oder

$< \frac{m'n}{m' + n - 1}$ ist.

$\left[\frac{mOn}{2} \right]$ in $\frac{\infty O'n'}{2}$ durch Zuschär-

fung der rhombischen Ecken

von den kürzesten Kanten aus,

wenn $n' > m$; durch Abstump-

fung der kürzesten Kanten,

wenn $n' = m$; durch Abstump-

fung der deltoideischen Ecken,

die Abstumpfungsecken gerade

auf die kürzesten Kanten auf-
 gesetzt, wenn $n' < m$ ist.

$\frac{\infty On}{2}$ in $\left[\frac{m'O'n'}{2} \right]$ durch Zusp-

itzung der Hexaëderecken, die

Zuspitzungsflächen auf die Flä-

chen schief an die der Haupt-

kante anliegenden Nebenkanten

aufgesetzt, wenn $m' <$

$\frac{n'n^2}{nn' - 1}$; schiefe Abstumpfung

der Nebenkanten, die Abstump-

fungflächen auf die Haupt-

kanten aufgesetzt, wenn $m' =$

$\frac{n'n^2}{nn' - 1}$; die Zuschärfung

der unregelmässig trigonalen

Ecken, die Zuschärfungsflächen auf die der Hauptkante anliegenden Flächen aufgesetzt,

wenn $m' > \frac{n' n^2}{n n' - 1}$ ist.

$\frac{mOn}{2}$ in $\frac{m'On'}{2}$ durch Zuspitzung der Tetraëderecken von den Flächen aus, wenn $T' < T$ und $\frac{t'}{T'} > \frac{t}{T}$, wobei die Combinationskanten mit den kürzeren Kanten entweder nach den rhombischen Ecken hin convergiren, oder parallel gehen, oder nach den stumpfen ditrigo- nalen Ecken hin convergiren, wenn $t' >$ oder $=$ oder $< t$ ist.

Durch Zuschärfung der längsten Kanten, wenn $T' < T$ und $\frac{t'}{T'} = \frac{t}{T}$ ist.

Durch Zuspitzung der stumpfen ditrigo- nalen Ecken von den Flächen aus, wenn $t' < t$ und $\frac{t'}{T'} < \frac{t}{T}$, wobei die Combinations- kanten mit den mittleren Kanten entweder nach den spitzen di- trigonalen Ecken hin convergiren, oder parallel gehen, oder nach den rhombischen Ecken hin convergiren, wenn $T' <$ oder $=$ oder $> T$ ist.

Durch Zuschärfung der kürzesten Kanten, wenn $t' = t$ und $T' > T$ ist.

Durch Zuspitzung der rhombischen Ecken von den Flächen aus, wenn $t' > t$ und $T' > T$, wobei die Combinationskanten mit den längsten Kanten entweder nach den stumpfen ditrigo- nalen Ecken hin convergiren, oder parallel gehen, oder nach den spitzen ditrigo- nalen Ecken hin convergiren, wenn $\frac{t'}{T'} <$ oder $=$ oder $>$ als $\frac{t}{T}$ ist.

Durch Zuschärfung der mittleren Kanten, wenn $T' = T$ und $t' > t$ ist.

$\frac{mOn}{2}$ in $\frac{m'O'n'}{2}$ durch stumpfe Zuspitzung der Tetraëder- ecken von den Flächen aus, wenn $t' < T$, wobei die Combina- tionskanten mit den kürzeren Kanten entweder nach den stumpfen ditrigo- nalen Ecken hin convergiren, oder parallel gehen, oder nach den rhombischen Ecken hin convergiren, wenn $T' <$ oder $=$ oder $> t$ ist.

Durch Zuschärfung der mittleren Kanten, wenn $t' = T$ und $T' > t$ ist.

Durch Zuspitzung der rhombischen Ecken von den Flächen
Kolenati. El. d. Krystallographie.

aus, wenn $t' > T$, wobei die Combinationskanten mit den längsten Kanten nach den spitzen ditrigonalen Ecken hin convergiren, weil $T' > t$ ist.

$\frac{mOn}{2}$ in $\frac{m'O m'}{2}$ durch Zuschärfung der rhombischen Ecken von den kürzeren Kanten aus, wenn $m' > \frac{2mn}{m+n}$ ist; durch Abstumpfung der kürzesten Kanten, wenn $m' = \frac{2mn}{m+n}$ ist; durch halbe Zuspitzung der stumpfen ditrigonalen Ecken von den kürzesten Kanten aus, wenn $n' < \frac{2mn}{m+n}$ ist;

$\frac{mOn}{2}$ in $\frac{m'O' m'}{2}$ durch Zuschärfung der rhombischen Ecken von den mittleren Kanten aus, wenn $m' > \frac{2mn}{m-n}$ ist; durch Abstumpfung der mittleren Kanten, wenn $m' > \frac{2mn}{m-n}$; durch halbe Zuspitzung der Tetraëderecken von den mittleren Kanten aus, wenn $m' < \frac{2mn}{m+n}$ ist.

$\frac{mOn}{2}$ in $\frac{m'O}{2}$ durch Zuspitzung der Tetraëderecken von den längsten Kanten aus, wobei die Kantenwinkel der neuen Ecke $< 120^\circ$ sind, wenn $m' > \frac{m(n+1)}{2n}$ ist; durch Abstumpfung der längsten Kanten, wenn

$\frac{mOm}{2}$ in $\frac{m'O n'}{2}$ durch spitze Zuspitzung der Tetraëderecken von den Flächen aus, wenn $\frac{m'(n'+1)}{n'} > m+1$ ist; durch Zuschärfung der Nebenkanten, wenn $\frac{m'(n'+1)}{n'} = m+1$; durch doppelte Zuspitzung der trigonalen Ecken, wenn $\frac{m'(n'+1)}{n'} < m+1$ ist.

$\frac{mOm}{2}$ in $\frac{m'O' n'}{2}$ durch stumpfe Zuspitzung der Tetraëderecken von den Flächen aus.

$\frac{mOm}{2}$ in $\frac{m'O n'}{2}$ durch Zuspitzung der rhombischen Ecken von den Flächen aus, wenn $\frac{m' n'}{m' + n'} > \frac{m}{m+1}$ und $\frac{m' n'}{m' - n'} > \frac{m}{m-1}$ ist; durch Zuschärfung der kürzesten Kanten, wenn

$$m' = \frac{m(n+1)}{2n}; \text{ durch halbe}$$

Zuspitzung der stumpfen trigonalen Ecken von den längsten Kanten aus, wenn

$$m' < \frac{m(n+1)}{2n} \text{ ist.}$$

$$\frac{m'n'}{m'+n'} = \frac{m}{m+1} \text{ ist; durch}$$

doppelte Zuspitzung der stumpfen trigonalen Ecken, wenn

$$\frac{m'n'}{m'+n'} < \frac{m}{m+1} \text{ ist; oder}$$

durch Zuschärfung der längsten Kanten, wenn

$$\frac{m'n'}{m'-n'} = \frac{m}{m-1} \text{ ist; oder durch}$$

durch spitze doppelte Zuspitzung der Tetraëderecken.

$$\text{wenn } \frac{m'n'}{m'-n'} < \frac{m}{m-1} \text{ ist.}$$

$$\frac{mOn}{2} \text{ in } \frac{m'O'}{2} \text{ durch halbe Zu-}$$

spitzung der Tetraëderecken von den längsten Kanten aus, wobei die Kantenwinkel der neuen Ecke $> 120^\circ$ sind.

$$\frac{mO}{2} \text{ in } \frac{m'O'n'}{2} \text{ durch Zuspitzung}$$

der rhombischen Ecken, wenn

$$\frac{m'n'}{m'+n'} > \frac{m}{m-1}; \text{ durch Zu-}$$

schärfung der längsten Kan-

$$\text{ten, wenn } \frac{m'n'}{m'+n'} = \frac{m}{m-1};$$

durch stumpfe doppelte Zuspitzung der Tetraëderecken,

$$\text{wenn } \frac{m'n'}{m'+n'} < \frac{m}{m-1} \text{ ist.}$$

$$\frac{mOm}{2} \text{ in } \frac{m'O'm'}{2} \text{ durch Zuschärfung der Hauptkanten, wenn}$$

$m' > m$; durch Zuspitzung der Nebenecken von den Flächen aus, wenn $m' < m$.

$$\frac{mOm}{2} \text{ in } \frac{m'O'm'}{2} \text{ durch halbe Zuspitzung der Tetraëderecken}$$

von den Hauptkanten aus.

$$\frac{mOm}{2} \text{ in } \frac{m'O}{2} \text{ durch halbe Zu-}$$

spitzung der Tetraëderecken von den Nebenkanten aus, wobei die Kantenwinkel des neuen Eckes $< 120^\circ$ sind,

$$\frac{mO}{2} \text{ in } \frac{m'O'm'}{2} \text{ durch Zuschärfung}$$

der rhombischen Ecken von den kürzeren Kanten aus, wenn

$$m' > \frac{2m}{m+1}; \text{ durch Abstum-}$$

wenn $m' > \frac{m+1}{2}$; durch Abstumpfung der Nebenkanten, wenn $m' = \frac{m+1}{2}$; durch Zuspitzung der Nebenecken von den Kanten aus, wenn $m' < \frac{m+1}{2}$ ist.

$\frac{m \ 0 \ m}{2}$ in $\frac{m' \ 0' \ m'}{2}$ durch halbe Zuspitzung der Tetraëderecken von den Nebenkanten aus, wobei die Kantenwinkel des neuen Eckes $> 120^\circ$ sind.

$\frac{\infty \ 0 \ n}{2}$ in $\frac{0}{2}$ durch Abstumpfung der abwechselnden Hexaëderecken.

$\frac{\infty \ 0 \ n}{2}$ in $\frac{\infty \ 0 \ n'}{2}$ durch Zuschärfung der Hauptkanten, wenn $n' > n$; durch Abstumpfung der unregelmässig trigonalen Ecken die Abstumpfungsflächen auf die der Hauptkante gegenüberliegende Fläche gerade aufgesetzt, wenn $n' < n$ ist.

$\frac{m \ 0}{2}$ in $\frac{m' \ 0}{2}$ durch Zuspitzung der Tetraëderecken von den Flächen aus, wobei die Kantenwinkel des neuen Eckes $< 120^\circ$ sind, wenn $m' > m$; durch Zuspitzung der stumpfen trigonalen Ecken von den Flächen aus, wenn $m' < m$ ist.

$\frac{m \ 0}{2}$ in $\frac{m' \ 0'}{2}$ durch Zuspitzung der Tetraëderecken von den Flächen aus, wobei die Kantenwinkel des neuen Eckes $> 120^\circ$ sind.

pfung der kürzesten Kanten, wenn $m' = \frac{2m}{m+1}$; durch Zuspitzung der trigonalen Nebenecken von den Kanten aus, wenn $m' < \frac{2m}{m+1}$ ist.

$\frac{m \ 0}{2}$ in $\frac{m' \ 0' \ m'}{2}$ durch Zuschärfung der rhombischen Ecken von den längsten Kanten aus, wenn $m' > \frac{2m}{m-1}$; durch Abstumpfung der längsten Kanten, wenn $m' = \frac{2m}{m-1}$; durch Zuspitzung der Tetraëderecken von den Kanten aus, wenn $m' < \frac{2m}{m-1}$ ist.

$\frac{0}{2}$ durch 0 in $\frac{\infty \ 0 \ n}{2}$ (siehe 0 in $\frac{\infty \ 0 \ n}{2}$ und $\frac{Q}{2}$ in 0).

Abweichung durch ungleiche Centraldistanz in Gestalten anderer Krystallsysteme.

O auf der hexagonalen Axe stehend in R durch Vergrößerung der Mittelflächen. R in O durch Entseitelung bis zu den Diagonalen.

O auf der hexagonalen Axe stehend in OR durch Vergrößerung zweier Gegenflächen.

O nach der rhombischen Axe verlängert und verkürzt in P_{∞} , P_{∞} .

$\infty O \infty$ in ∞P durch Verlängerung nach einer tetragonalen Axe.

$\infty O \infty$ in $O P$ durch Verkürzung nach einer tetragonalen Axe.

∞O in ∞P_{∞} . P. durch Verlängerung nach einer tetragonalen, in ∞R . R. nach einer hexagonalen und ∞P . $O P$. ∞P_{∞} nach einer rhombischen Axe.

$m O m$ in P. $m P n$ durch Verlängerung nach einer tetragonalen, in R. $m R n$. ∞R . nach einer hexagonalen und in $m P$. $m P n$. ∞P . $m P_{\infty}$ nach einer rhombischen Axe u. s. w. bei den andern tesserale Formen.

Ableitung bei den einaxigen Krystallsystemen:

P in $P-n$ durch Zuschärfung der Polecke von den Flächen aus; $P-n$ in P durch Zuschärfung der Mittelkanten.

P in $(P-n)$ durch Zuschärfung der Polecke von den Kanten aus; $(P-n)$ in P durch Zuschärfung der Mittelecke von den Polkanten aus.

P in $P+n$ wie $P-n$ in P; P in $(P+n)$ wie $(P-n)$ in P; P in P_{∞} durch Abstumpfung der Polkanten.

P in ∞P durch Abstumpfung der Mittelkanten parallel mit der Hauptaxe; P in ∞P_{∞} durch Abstumpfung der Mittelecken parallel mit der Hauptaxe.

P in $O P$ durch Abstumpfung der Polecke parallel mit der Basis.

$m P$ in $m P_{\infty}$ durch Abstumpfung der brachydiagonalen Polkanten oder durch Zuschärfung der brachydiagonalen Mittelecken von den Polkanten aus oder durch Zuschärfung der Polecke von den brachydiagonalen Polkanten aus.

mP in $mP\infty$ durch Abstumpfung der makrodiagonalen Polkanten oder durch Zuschärfung der makrodiagonalen Mittelecken von den Polkanten aus oder durch Zuschärfung der Polecke von den makrodiagonalen Polkanten aus.

mP in $\infty\check{P}\infty$ durch Abstumpfung der makrodiagonalen Mittelecke parallel dem brachydiagonalen Hauptschnitte.

mP in $mP\overline{\infty}$ durch Abstumpfung der brachydiagonalen Mittelecke parallel dem makrodiagonalen Hauptschnitte.

$\pm P$ in $\pm mP\infty$ durch Abstumpfung der klinodiagonalen Polkanten oder durch Zuschärfung der klinodiagonalen Mittelecke von den Polkanten aus, oder durch Zuschärfung der Polecke von den klinodiagonalen Polkanten aus.

$\pm P$ in $(mP\infty)$ durch Abstumpfung der orthodiagonalen Polkanten oder durch Zuschärfung der orthodiagonalen Mittelecke von den Polkanten aus oder durch Zuschärfung der Polecke von den orthodiagonalen Polkanten aus.

$\pm P$ in $(\infty P\infty)$ durch Abstumpfung der orthodiagonalen Mittelecke parallel dem klinodiagonalen Hauptschnitte.

$\pm P$ in $\infty P\infty$ durch Abstumpfung der klinodiagonalen Mittelecke parallel dem orthodiagonalen Hauptschnitte.

P in $\frac{P}{2}$ oder auch R durch Vergrößerung der Nebenflächen; $\frac{P}{2}$ in P durch Abstumpfung der Ecken, die Abstumpfungsflächen; mit den vorhandenen gleich zum Horizonte geneigt aufgesetzt; R in P dagegen durch Abstumpfung der Polkanten bis zum Gleichgewicht der vorhandenen Flächen.

P in mPn oder $mP\frac{m}{m-1}$ durch Zuschärfung der Polkanten oder doppelte Zuspitzung der Polecke; mPn oder $mP\frac{m}{m-1}$ in P durch Abstumpfung der abwechselnden Polkanten oder Zuschärfung der abwechselnden Mittelecken von den Polkanten aus.

mPn in $\frac{mPn}{2}$ oder auch $mP\frac{m}{m-1}$ in mR^m durch Vergrößerung der abwechselnden Flächenpaare; mR^m in $mP\frac{m}{m-1}$

oder auch $\frac{mPn}{2}$ in mPn durch Zuschärfung der abwechselnden Polkanten bis zum Gleichgewichte der Flächen. —

Was schliesslich die Combinations- und Ableitungsverhältnisse der in den einaxigen Krystallsystemen vorkommenden Gestalten betrifft, so sind nach dem bereits Vorausgeschickten dieselben leicht in verschiedenen Modifikationen und Stellungen durchzuführen und bleiben der Uebung anheimgestellt.

Druckfehler und Zusätze.

Seite 7 Zeile 12 von unten anstatt Polæontologie lies Palæontologie.

„ 17 „ 10 von unten hinzusetzen: und Patzelt in Turnau, Blaschka
et Sohn in Liebenau in Böhmen.

Seite 40 Zeile 12, 10 und 8 von unten anstatt $F+E=K-2$, $12+14=26-2$
 $48+26=74-2$ zu lesen: $F+E-2=K$, $12+14-2=24$, $48+26-2=72$

„ 43 „ 10 „ „ nach zwei: bei einaxigen und
nach acht: bei vielaxigen Gestalten.

„ 44 „ 2 und 1 von unten anstatt Abstumpfungsflächen und haben
lies Abgtumpfungsfläche und hat.

„ 45 „ 12 von unten zu Zuschärfungskante hinzusetzen: (Scheitel-
kante).

Taf. V. Fig. 56 ist eine Verbindungslinie ausgelassen.

Taf. VI. Fig. 76 anstatt P . und P . zu setzen: $\infty P \infty$. ∞P .



I n h a l t.

	Seite
Begriff der Geologie §. 1	1
Eintheilung der Geologie §. 2	1, 2
Begriff und Eintheilung der Geognosie §. 3	6, 7
Begriff der Paläontologie §. 4	7
Aufgabe der Geologie §. 5	8
Begriff und Eintheilung der Mineralogie §. 6	8, 9
Lithurgik §. 7	10
Geschichtliche Uebersicht der Mineralogie §. 8 bis §. 12	10—15
Literatur §. 13	15—17
Krystallmodellsammlungen §. 14	17—19
Mineraliensammlungen §. 15	19—23
Oryktognosie, Oryktomorphologie §. 16	23 24
Krystallogie §. 17	24 25
Krystallogenie §. 18, 19	25 29
Krystallographie §. 20—95	

Präparativer Theil §. 20—80.

Begränzungselemente §. 21—43.	
Flächen §. 21—28	29 30
Dreiecke §. 22	30
Vierecke §. 23	31
Orthogramme §. 23	31
Parallelogramme §. 23	31 32
Klinogramme §. 23	32
Fünfecke §. 24	32 33
Sechsecke §. 25	33 34
Achtecke §. 26	34
Vielecke §. 26	34
Flächenreihen §. 27	35 36
Stellung und Arordnung der Flächen §. 28	36—38
Kanten §. 29.	38—40
Kantengleichung §. 29	40
Ecke §. 30	40—43
Veränderungen an den Kanten und Ecken §. 31	43—45

	Seite
Symmetrie, Mittelpunkt, Schnitte der Gestalten §. 32	46—47
Coordinat - Ebenen und Axen §. 33	47—49
Parameter der Flächen §. 34 und 35	49—51
Krystallaxen §. 36	52 53
Größen-, Neigungs- und Zahlen-Verhältniss der Axen §. 37	53 54
Eintheilung der Axen §. 38	54 55
Hauptaxen-Argumente §. 39	55 56
Eintheilung der Krystallgestalten §. 40	56—58
Stellung der Gestalten §. 41	58 59
Krystallsysteme §. 42	59—61
Das tesserale Krystallsystem §. 43	61 62
Das tetragonale „ §. 44	62 63
Das rhombische „ §. 45	64 65
Das klinorhombische Krystallsystem §. 46	65—67
Das umgekehrt-klinorhombische Krystallsystem §. 47	67
Das diklinorhombische Krystallsystem §. 48	68
Das klinorhomboidische Krystallsystem §. 49	69
Das hexagonale Krystallsystem §. 50	70
Einfache und zusammengesetzte Formen; Partialformen §. 51	71
Holoëdrie, Hemiëdrie, Tetartoëdrie §. 52	72—74
Parallellächige und geneigtflächige Hemiëdrie; complementäre Formen §. 53	74
Benennung der Krystallformen §. 54	75
Grundgestalt, Krystallreiche, Ableitung der Krystallformen §. 55	79
Bezeichnung und Berechnung der Krystallformen §. 56—59	81

	Seite		Seite
Allgemeines §. 56	81	des rhombischen Systems §. 91	186
Werner, Leonhard, Häüy		des klinorhombischen System's	
Weiss, Köhler, Miller §. 57	83	§. 92	188
Mohs, Haidinger §. 58 . . .	85	des klinorhomboidischen System's	
Whewell, Breithaupt, Nau-		§. 93	190
mann §. 59	85	des hexagonalen System's §. 94	192
Combinationen §. 60	87	Darstellung der binären Combi-	
Bezeichnung und Entwicklung		nationen §. 95	195
der Combinationen §. 61 . . .	88		
Kurze Uebersicht der Zonenglei-			
chung §. 62	90		
Einleitende Bemerkungen in die			
allgemeine Entwicklung und			
graphische Darstellung der Zo-			
nen §. 63	91		
Charakterisirung der Zonen durch			
die projecirenden Ebenen der			
Zonenlinie §. 64	92		
Zonengleichung §. 65	94		
Allgemeine Entwicklung der Zo-			
nen §. 66	95		
Graphische Darstellung der Zonen			
nach Naumann §. 67	99		
Graphische Darstellung der Zonen			
nach Quenstedt §. 68	101		
Winkelmessung §. 69	103		
Contact-Goniometer §. 70 . . .	105		
Beschreibung des Reflexions-			
Goniometers §. 71	105		
Gebrauch des Reflexions-Gonio-			
meters §. 72	108		
Beschreibung zweier verbesserter			
Repetitions-Goniometer §. 73	114		
Zeichnung der Krystallformen			
§§. 74, 75, 76, 77, 78, 79	125		

Applicativer Theil.

Grundgestalten.

Grundgestalt des Tesseral - Sy-	
stem's §. 80	134
Grundgestalt des Tetragonal-Sy-	
stem's §. 81	139
Grundgestalt des Rhomben - Sy-	
stem's §. 82	145
Grundgestalt des klinorhombi-	
schen System's §. 83	150
Grundgestalt des diklinorhombi-	
schen System's §. 84	159
Grundgestalt des klinorhomboi-	
dischen System's §. 85	162
Grundgestalt des Hexagonal-Sy-	
system's §. 86	170

Einfache Gestalten

des Tesseral-System's §. 87—89	179
des Tetragonal-System's §. 90 .	184

Tafeln.

Tafel I. Fig.	1 das Oktaeder.
" "	2 das Tetraeder.
" "	3 das Hexaeder.
" "	4 das Rhombendodeka-
" "	eder.
" "	5 das Tetrakisheptaeder.
" "	6 das Triakisoktaeder.
" "	7 das Trapezoidikosit-
" "	etraeder.
" "	8 das Hexakisoktaeder.
" "	9 das Pentagondodeka-
" "	eder.
" "	10 das Trigondodekaeder.
" "	11 das Deltoiddodekaeder.
" "	12 das Hexakistetraeder.
" "	13 zu §. 56 1tens.
Tafel II. Fig.	14 zu §. 56 2tens.
" "	15 das Dyakisdodekaeder.
" "	16 das Ikosaeder.
" "	17 die spitze tetragonale
" "	Pyramide.
" "	18 die stumpfe tetrago-
" "	nale Pyramide.
" "	19 die ditetragonale Py-
" "	ramide.
" "	20 das tetragonale Prisma
" "	mit dem Pinakoid.
" "	21 das spitze tetragonale
" "	Sphenoid.
" "	22 das stumpfe tetrago-
" "	nale Sphenoid.
" "	23 das tetragonale Ska-
" "	lenoeder.
" "	24 das ditetragonale
" "	Prisma.
" "	25 das tetragonale Tra-
" "	pezoeder.
" "	26 die rhombische Py-
" "	ramide.
" "	27 das rhombische Sphe-
" "	noid.
" "	28 das rhombische Prisma
" "	mit dem basischen Pi-
" "	nakoid.
" "	29 die Hilfgestalt oder
" "	die beiden rhombi-

Taf. II. Fig. 29 $\frac{1}{2}$ schen Domen, das Brachy- und Makro-Doma.
das zweigliederige Granatoid.

Tafel III. Fig. 30 Alle rhombischen Pinakoide, das Makro-, Brachy- und basische Pinakoid.

» » 31 Die klinorhombische Pyramide.

» » 32 Alle klinorhombischen Pinakoide, das Ortho-, Klino- und basische Pinakoid.

» » 33 Das klinorhombische Prisma.

» » 34 alle klinorhombischen Pinakoide.

» » 35 die klinorhomboidische Pyramide.

» » 36 die spitze hexagonale Pyramide

» » 37 die stumpfe hexagonale Pyramide

» » 38 das hexagonale Prisma mit dem Pinakoid.

» » 39 das spitze Rhomboeder.

» » 40 das stumpfe Rhomboeder.

» » 41 die trigonale Pyramide.

» » 42 das hexagonale Skalenoeder.

» » 43 das klinorhomboidische Prisma.

Tafel IV. Fig. 44 das trigonale Prisma mit dem Dyoeder.

» » 44 $\frac{1}{2}$ die ditrigonale Pyramide.

» » 45 das trigonale Trapezoeder.

» » 45 $\frac{1}{2}$ das ditrigonale Prisma.

» » 46 das hexagonale Trapezoeder.

» » 47 die dihexagonale Pyramide.

» » 48 das dihexagonale Prisma mit dem Dyoeder.

» » 49 das Pentagonikosite-traeder.

» » 50 das rechts - gedrehte Pentagontriakistetraeder.

» » 51 das links - gedrehte Pentagontriakistetraeder.

» » 52 das Oktaeder enteckt (in das Hexaeder).

Taf. IV. Fig. 53 das Hexaeder enteckt (in das Oktaeder).

» » 54 das Cubooktaeder.

Taf. V. Fig. 55 das Hexaeder entkantet (in das Rhombendodekaeder).

» » 56 das Pentagondodekaeder entgrundkantet (in das Hexaeder).

» » 57 das Rhombendodekaeder enthexaedereckt (in das Oktaeder).

» » 58 die tetragonale Pyramide entseitenkantet (in das tetr. Prisma in normaler Stellung).

» » 59 die tetragonale Pyramide stark enteckt (das tetragonale Prisma in veränderter Stellung mit dem Pinakoid).

» » 60 die tetragonale Pyramide entseiteneckt (das tetr. Prisma in veränderter Stellung).

» » 61 die rhombische Pyramide entseitenkantet und die makrodiagonalen Polkanten abgestumpft, beides bis zum Verschwinden der Pyramidenflächen (das rhomb. Prisma und Brachydoma).

» » 62 die rhombische Pyramide mit abgestumpften makrodiagonalen Polkanten (das Brachydoma).

» » 63 die rhombische Pyramide mit abgestumpften Mittelkanten und makrodiagonalen Mittelecken (das rhomb. Prisma und Brachypinakoid).

» » 64 die rhombische Pyramide mit abgestumpften Mittelkanten (das rhomb. Brachyprisma).

» » 65 die rhombische Brachy-Pyramide mit dem Makroprisma.

» » 66 die hexagonale Pyramide mit abgestumpften Mittelkanten (das hexag. Prisma in normaler Stellung).

Taf. VI. Fig. 67 die rhombische Pyramide entscheitelkantet und entscheitelt (die Hilfsge-

stalt mit dem basischen Pinakoid).

Taf. VI. Fig. 68 die rhombische Brachypyramide mit dem Makro- und Brachyprisma.

» » 69 das Rhomboëder entseiteneneckt (mit dem Prisma in verwendeter Stellung).

» » 70 das klinorhombische Prisma mit der negativen Hemipyramide.

» » 71 die klinorhombische Pyramide entseitenkantet und entscheidet bis zum Verschwinden der Pyramidenflächen (das Prisma mit dem basischen Pinakoid).

» » 72 das Klinoprisma mit dem basischen Pinakoid.

» » 72½ die klinorhombische Pyramide mit dem Prisma.

» » 73 die klinorhombische Pyramide enteckt bis zum Verschwinden der Pyramidenflächen (die drei Pinakoide).

» » 74 das klinorhombische Prisma mit dem basischen Pinakoid und der negativen Hemipyramide.

» » 75 die klinorhombische Pyramide enteckt und entseitenkantet bis zum Verschwinden der Pyramidenflächen (die drei Pinakoide mit dem Prisma).

» » 76 das Orthopinakoid, basische Dyoëder u. Prisma.

» » 77 das Klinopinakoid, Orthoprisma und die negative Hemipyramide.

» » 78 das klinorhombische Prisma und Klinodoma.

Taf. VII. Fig. 79 das klinorhombische Prisma, basische Dyoëder und Hemiorthodoma.

» » 80 das klinorhombische Prisma, Klinodoma, Hemiorthodoma und basische Dyoëder.

» » 81 die klinorhomboidische Pyramide entseitenkantet und entseiteneneckt (das linke und rechte Hemiprisma, das Makro- und Brachypinakoid).

» » 82 die rechte und linke

obere Tetartopyramide, das linke und rechte Hemiprisma und das Makropinakoid.

Taf. VII. Fig. 83 die klinorhomboidische Pyramide entscheidet und entseitenkantet (das basische Dyoëder und das linke und rechte Hemiprisma).

» » 84 die rechte obere Tetartopyramide, das rechte Hemiprisma und das Brachypinakoid.

» » 85 die rechte obere Tetartopyramide, das rechte und linke Hemiprisma, das Makro- und Brachypinakoid.

» » 86 das rechte und linke Hemiprisma, das basische und das Brachy-Pinakoid.

» » 87 das Makrodoma, das Makro- u. Brachy-Pinakoid.

» » 87½ die diklinorhombische Pyramide.

Taf. VIII. Fig. 88 siehe §. 74.

» » 88½ siehe §. 57.

» » 89 siehe §. 74.

» » 90 " §. 74 und 75.

» » 91 " §. 76.

» » 92 " §. 76.

» » 93 " §. 77.

» » 94 " §. 77.

» » 95 " §. 77.

Taf. IX. Fig. 96 " §. 77.

» » 97 " §. 77.

» » 98 " §. 78.

» » 99 " §. 57 und 78.

» » 100 " §. 35.

» » 100½ " §. 80 Berechnung des Oktaëders.

» » 101 zu §. 72 3ten.

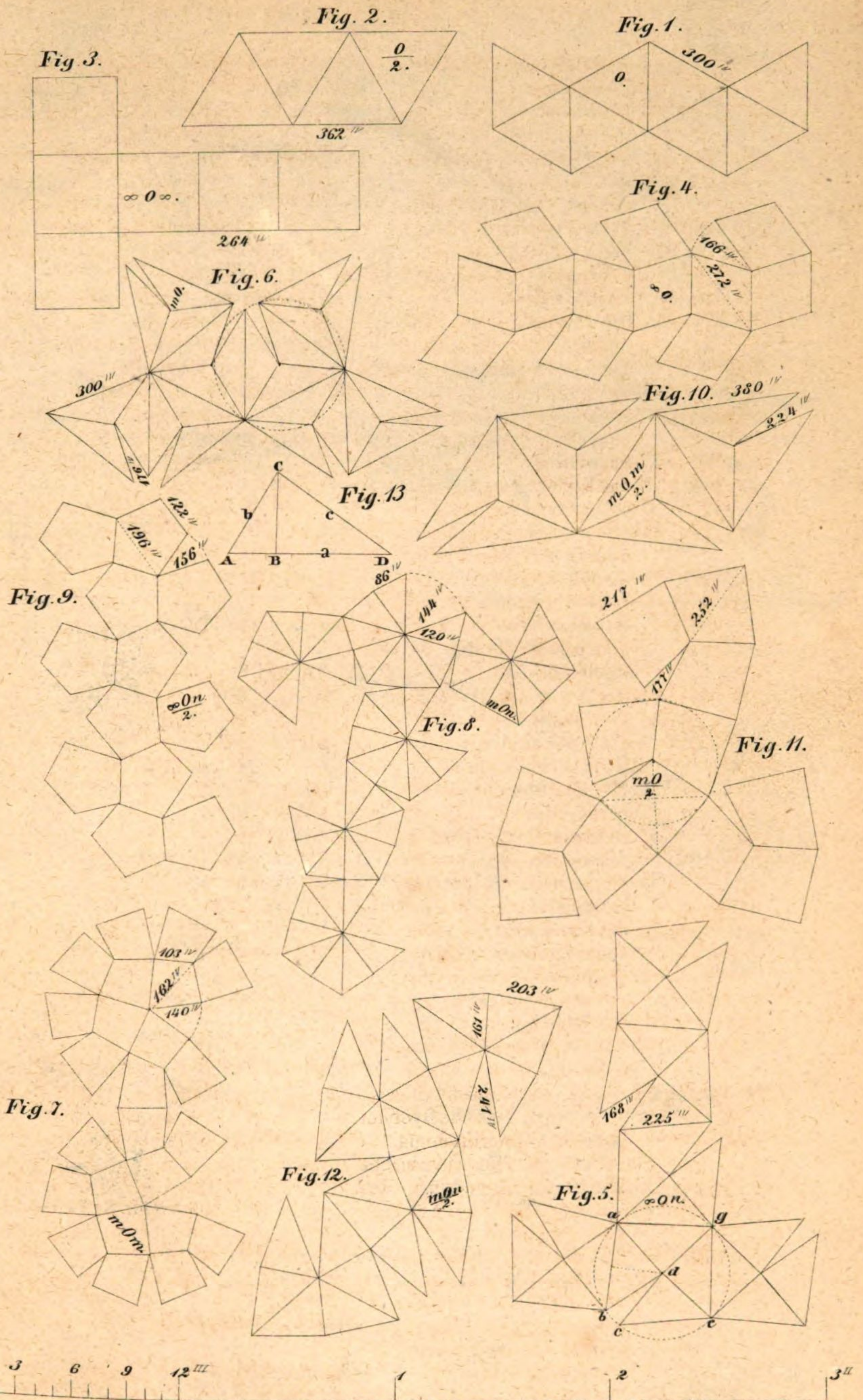
» » 102 der Krystallträger des Wollaston'schen Reflexionsgoniometers.

» » 103 siehe §. 53.

Taf. Xa. Fig. 104 " §. 71 Wollaston's Reflexionsgoniometer.

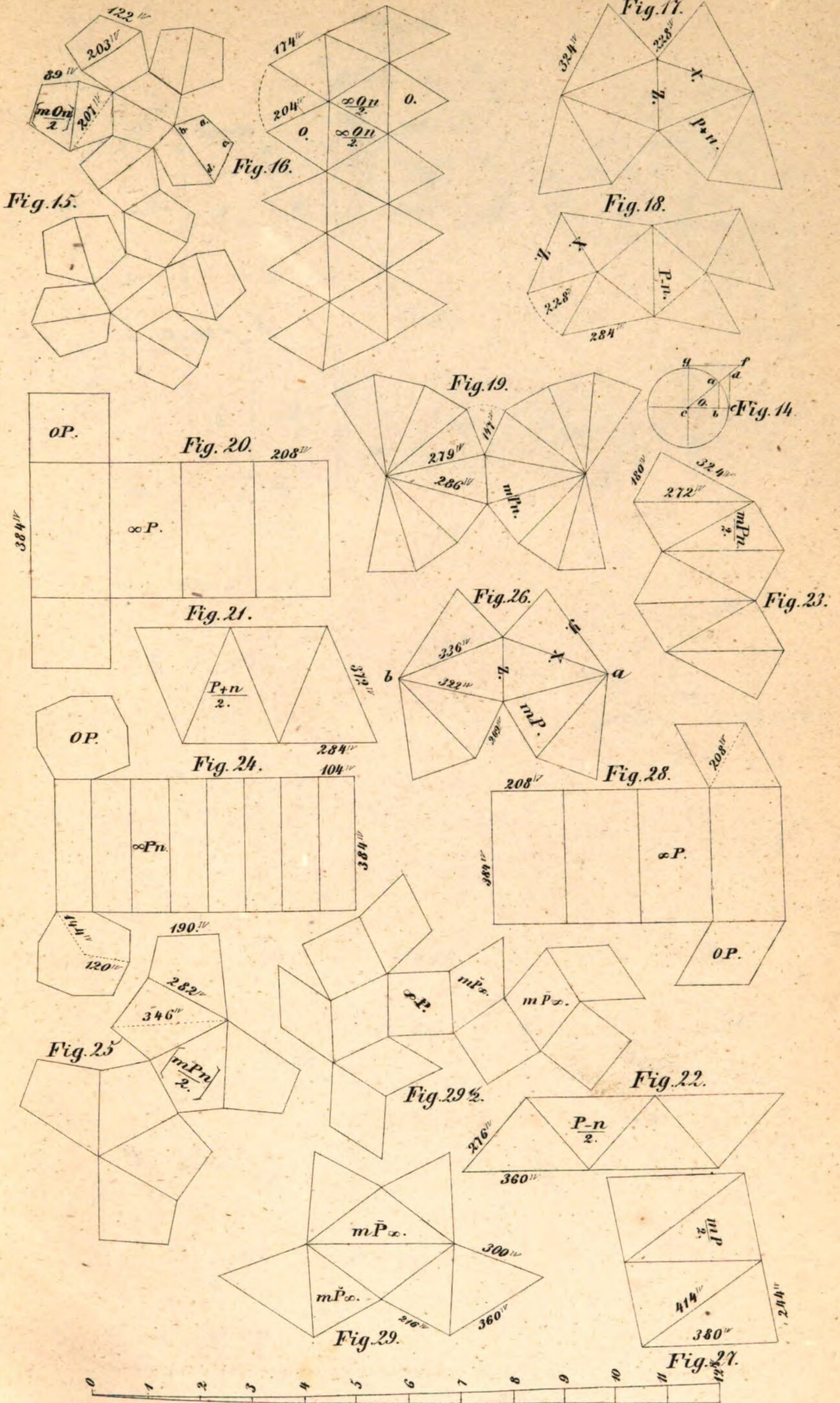
» » 105 siehe §. 71 Wollaston's Reflexionsgoniometer im Durchschnitt.

Taf. Xb. Fig. 106 siehe §. 73 | der von Stur-
» » 107 " §. 73 | der u. Breit-
» » 108 " §. 73 | haupt ver-
| besserte Re-
| petitionsgo-
| niometer.



3 6 9 12 III 1 2 3 II

Zur Anfertigung in ansehnlicher Grösse die erforderlichen Dimensionen in Strichen des Pariser Fusses.



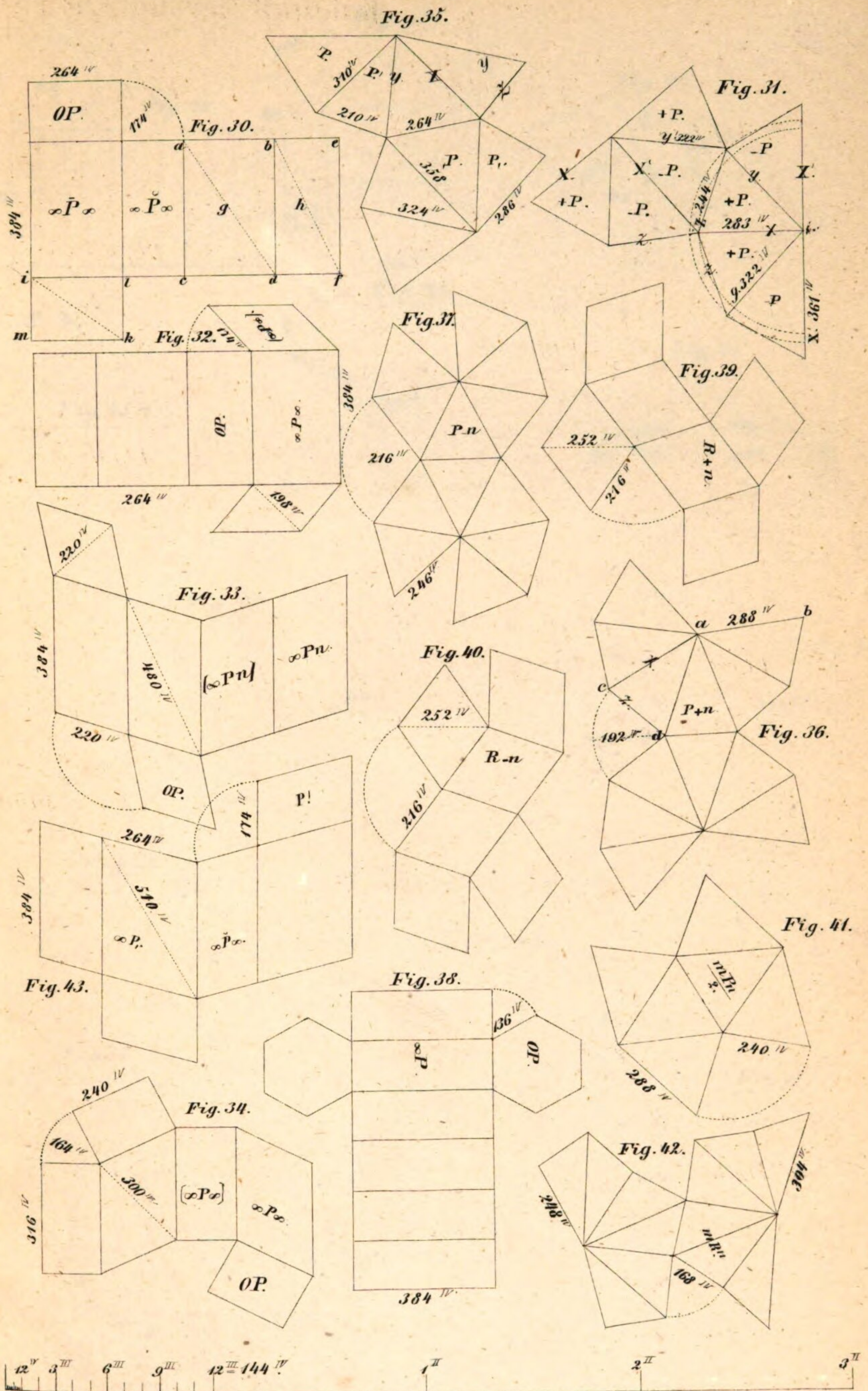


Fig. 44.

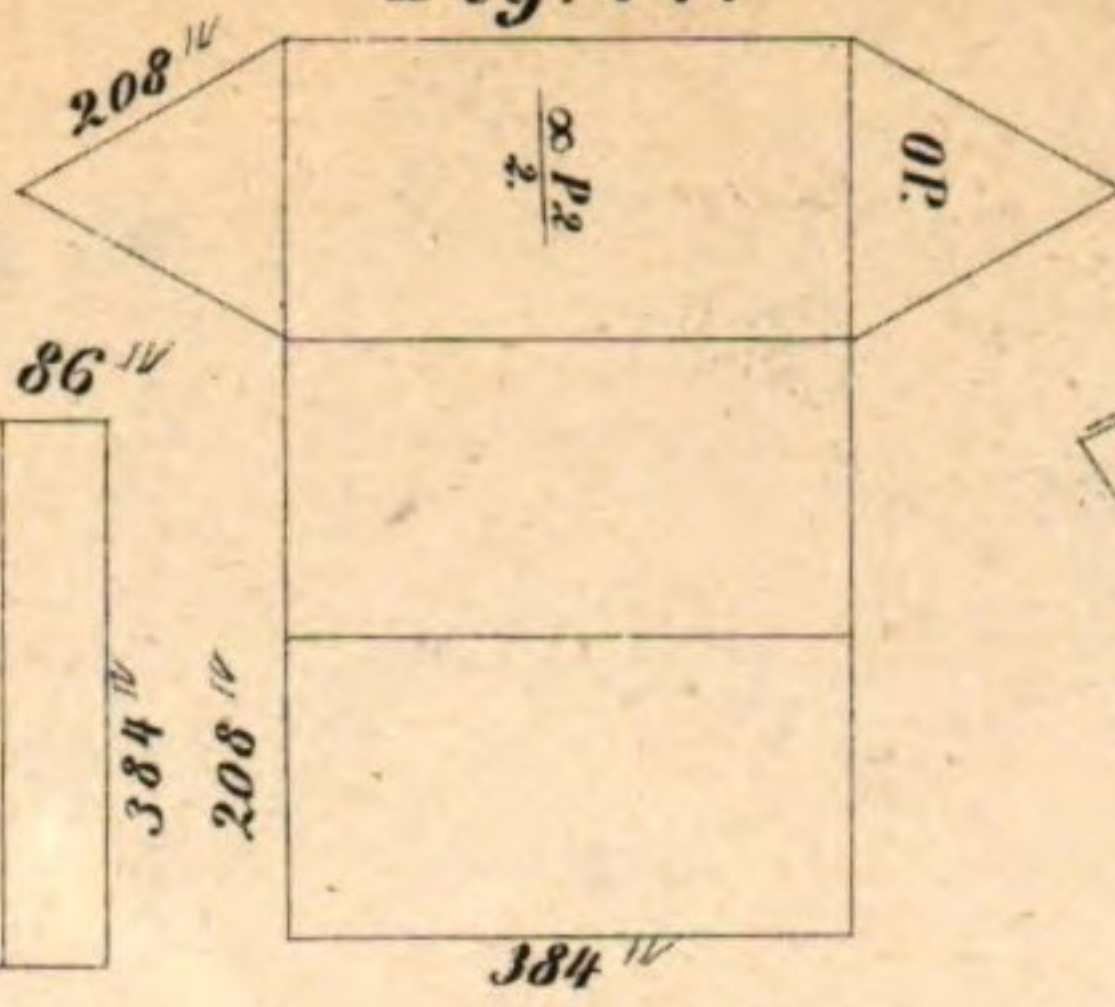


Fig. 45.

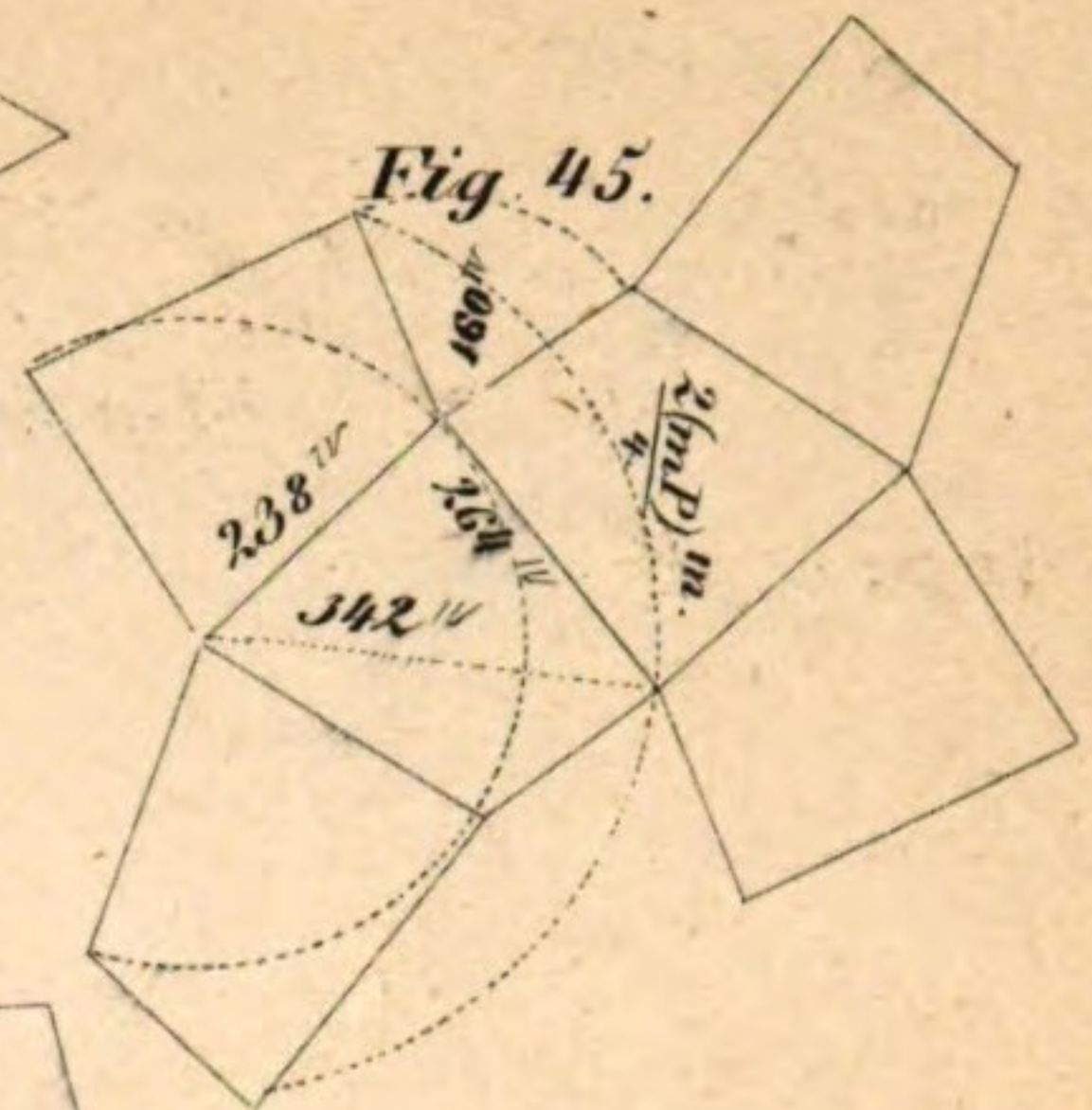


Fig. 48.

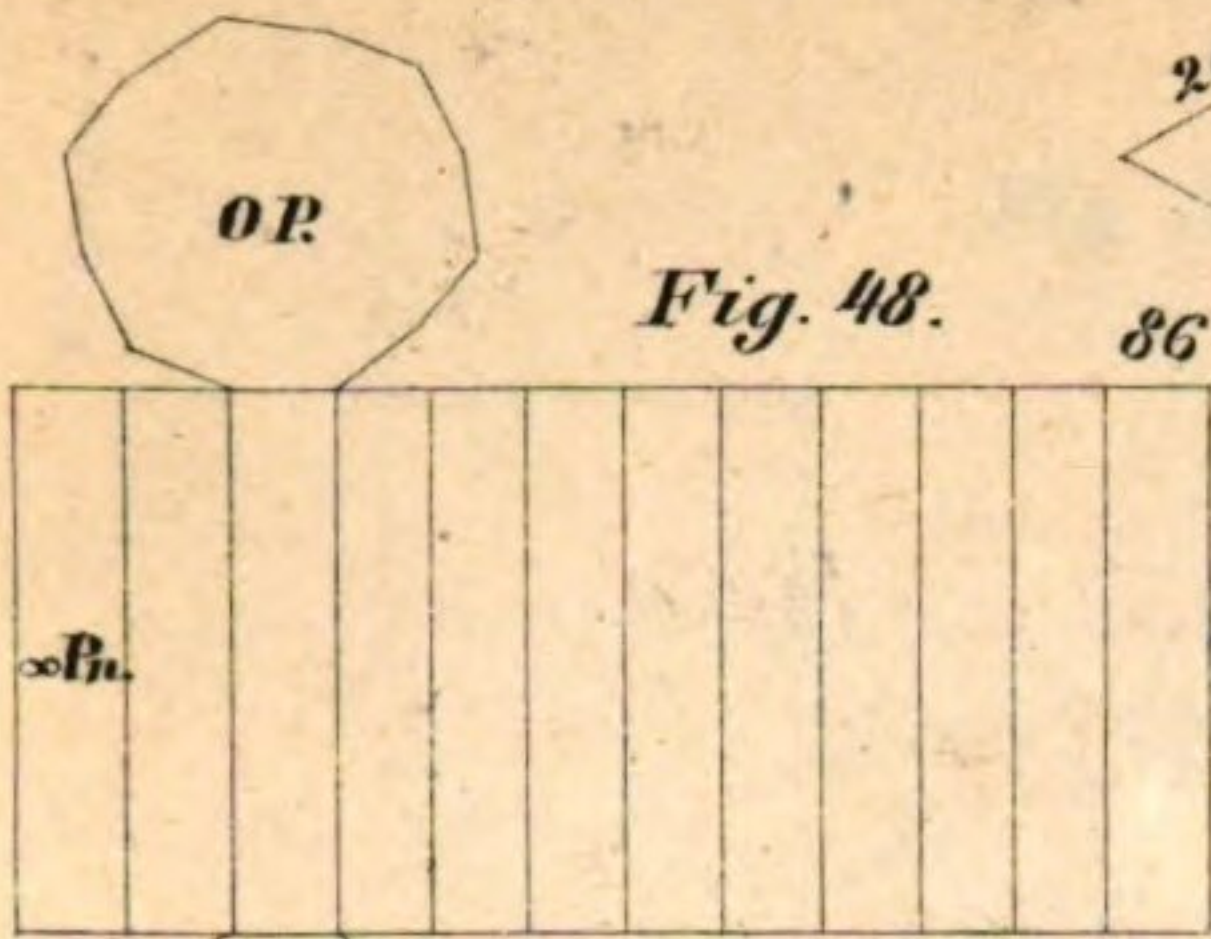


Fig. 46.

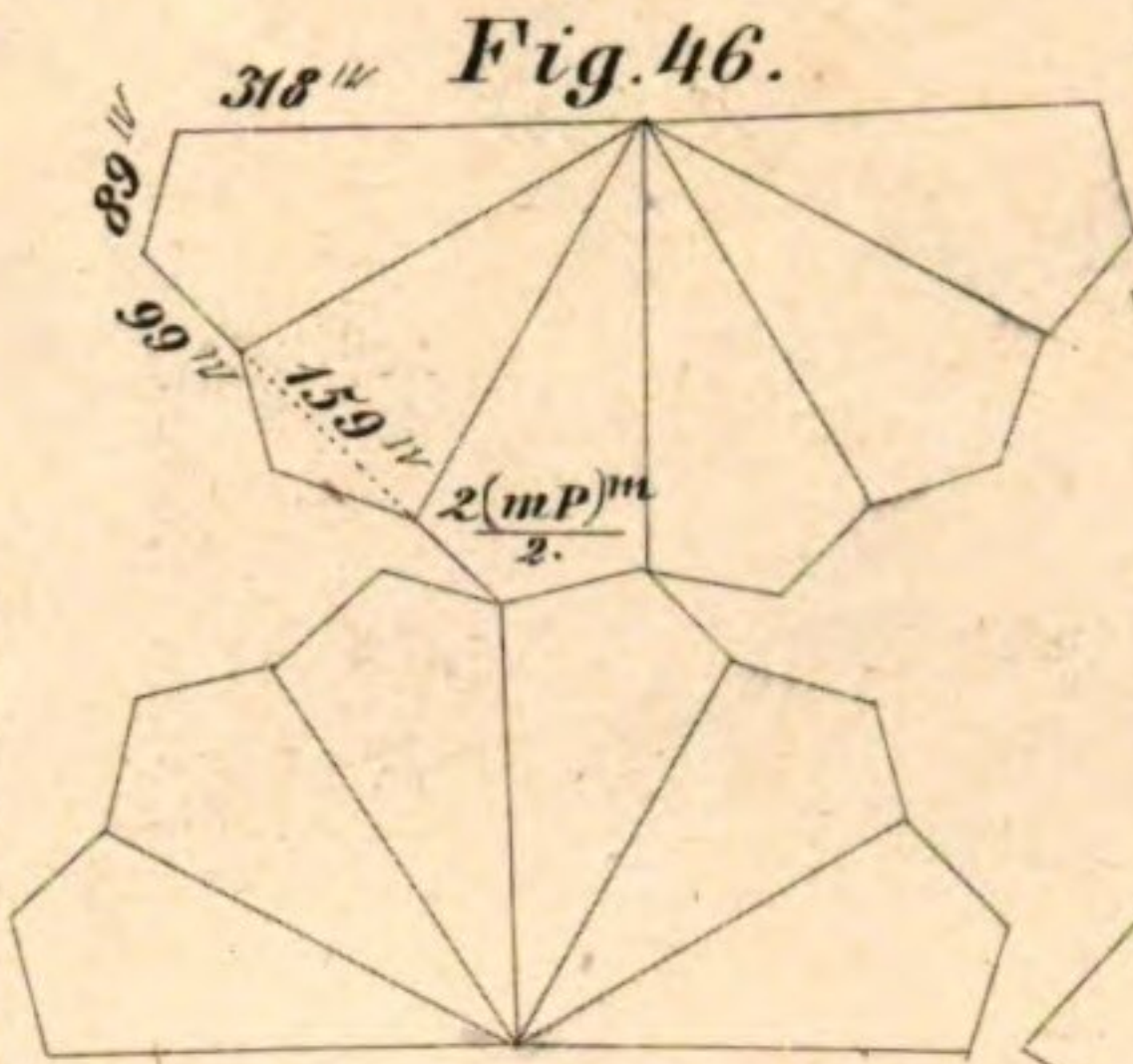


Fig. 47.

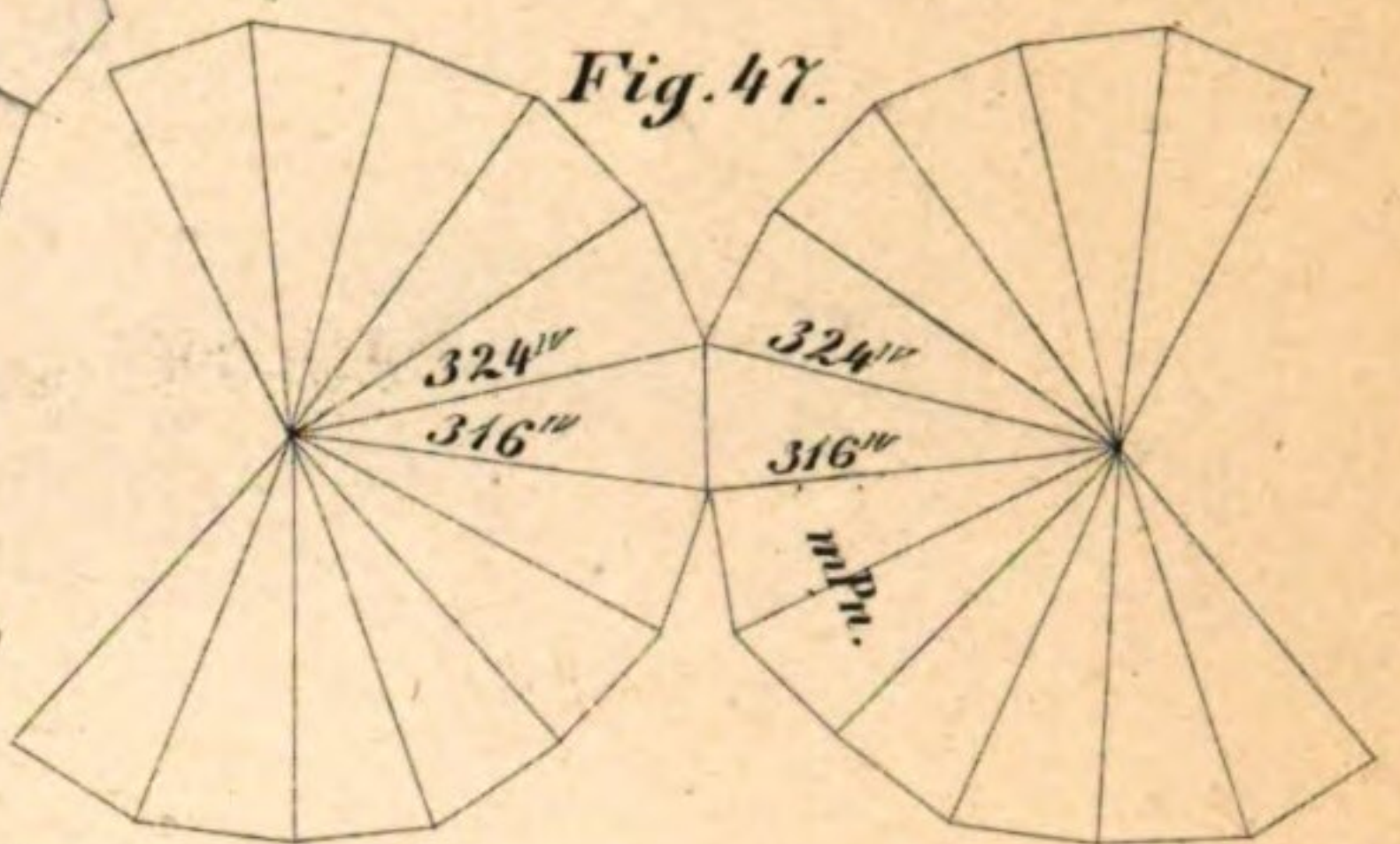


Fig. 45 1/2.

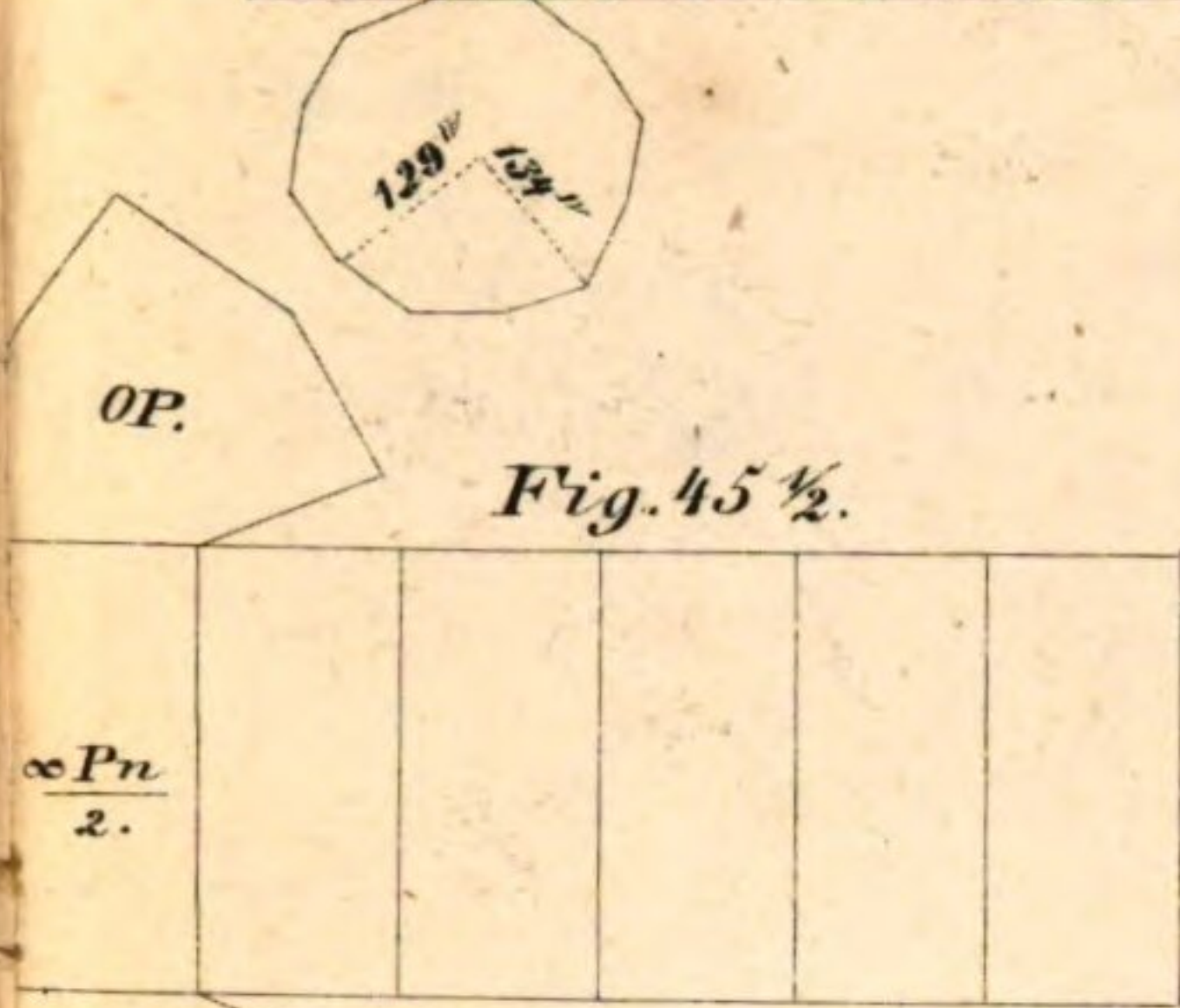


Fig. 50.

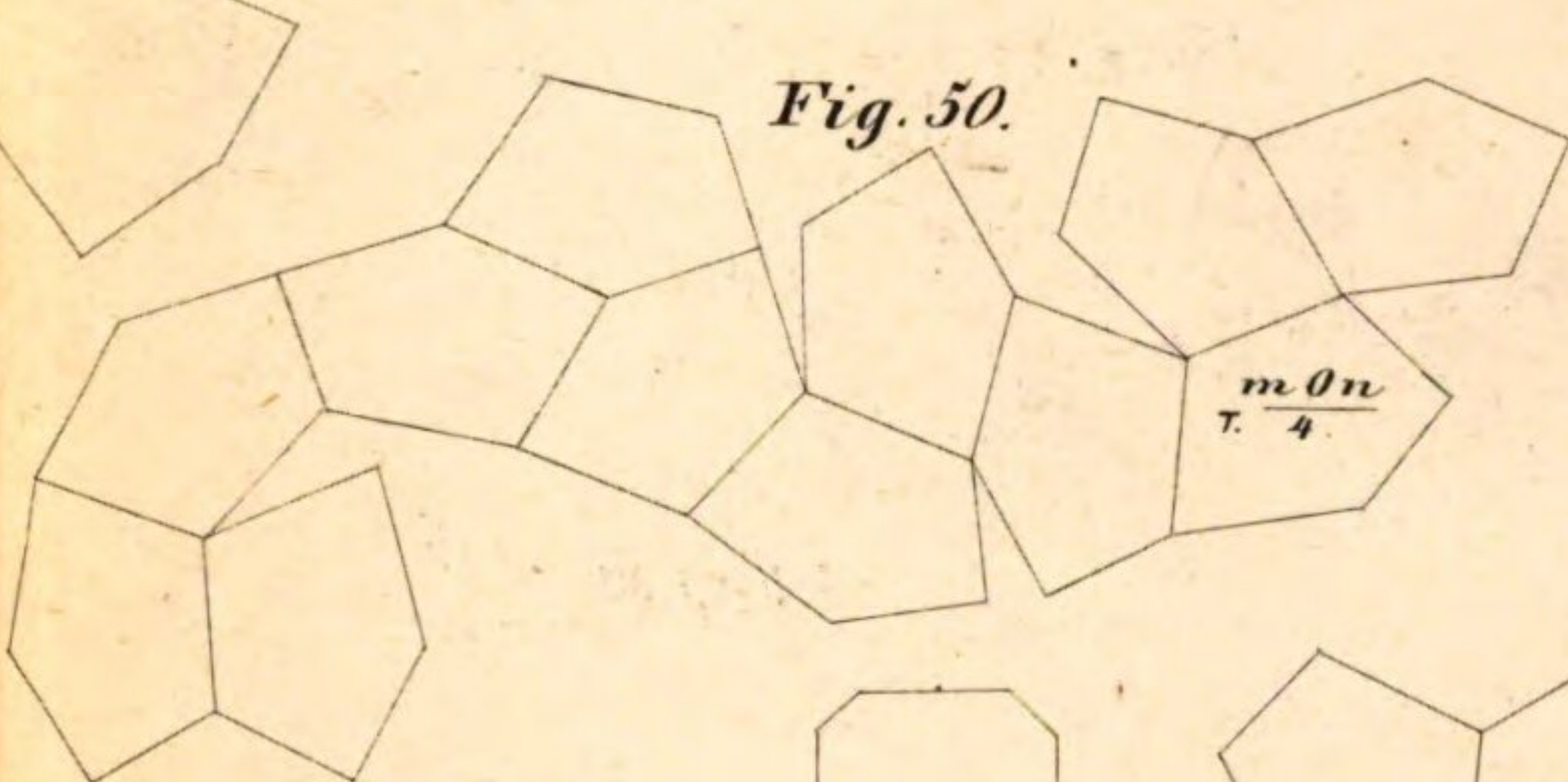


Fig. 49.



Fig. 44 1/2.

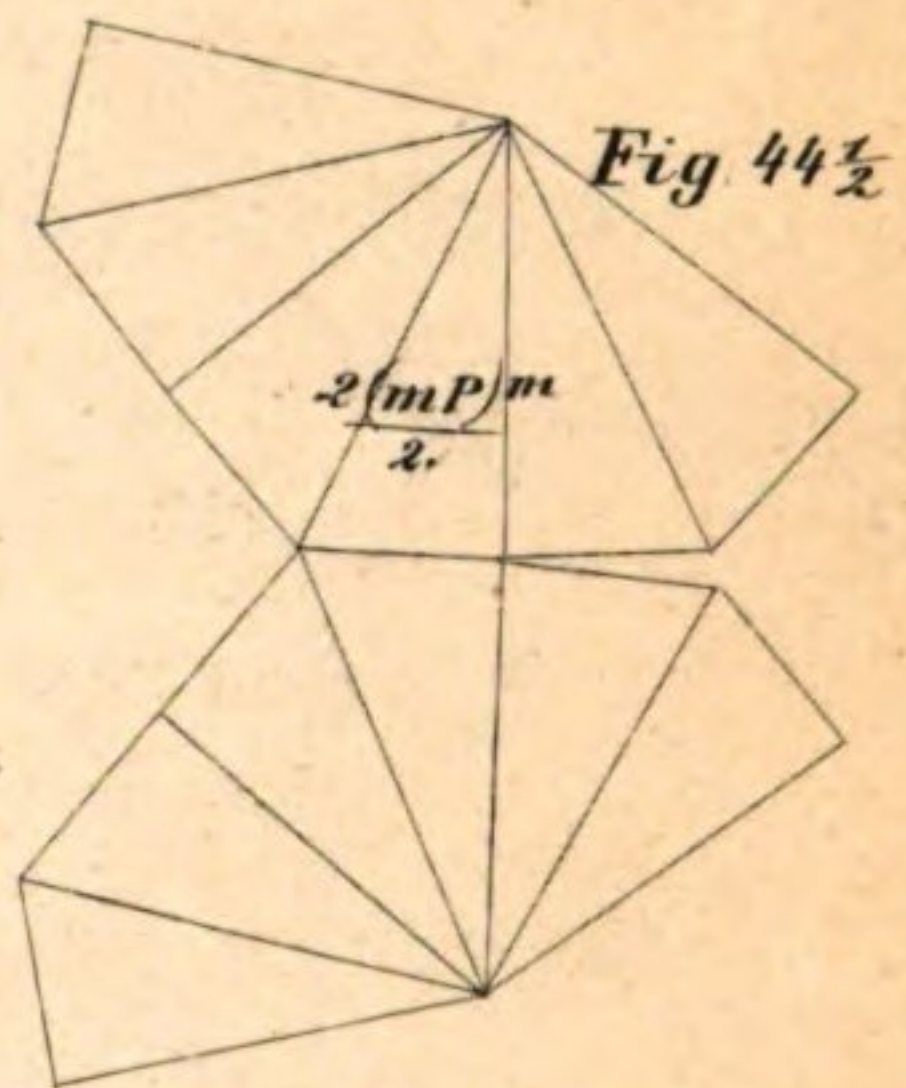


Fig. 53.

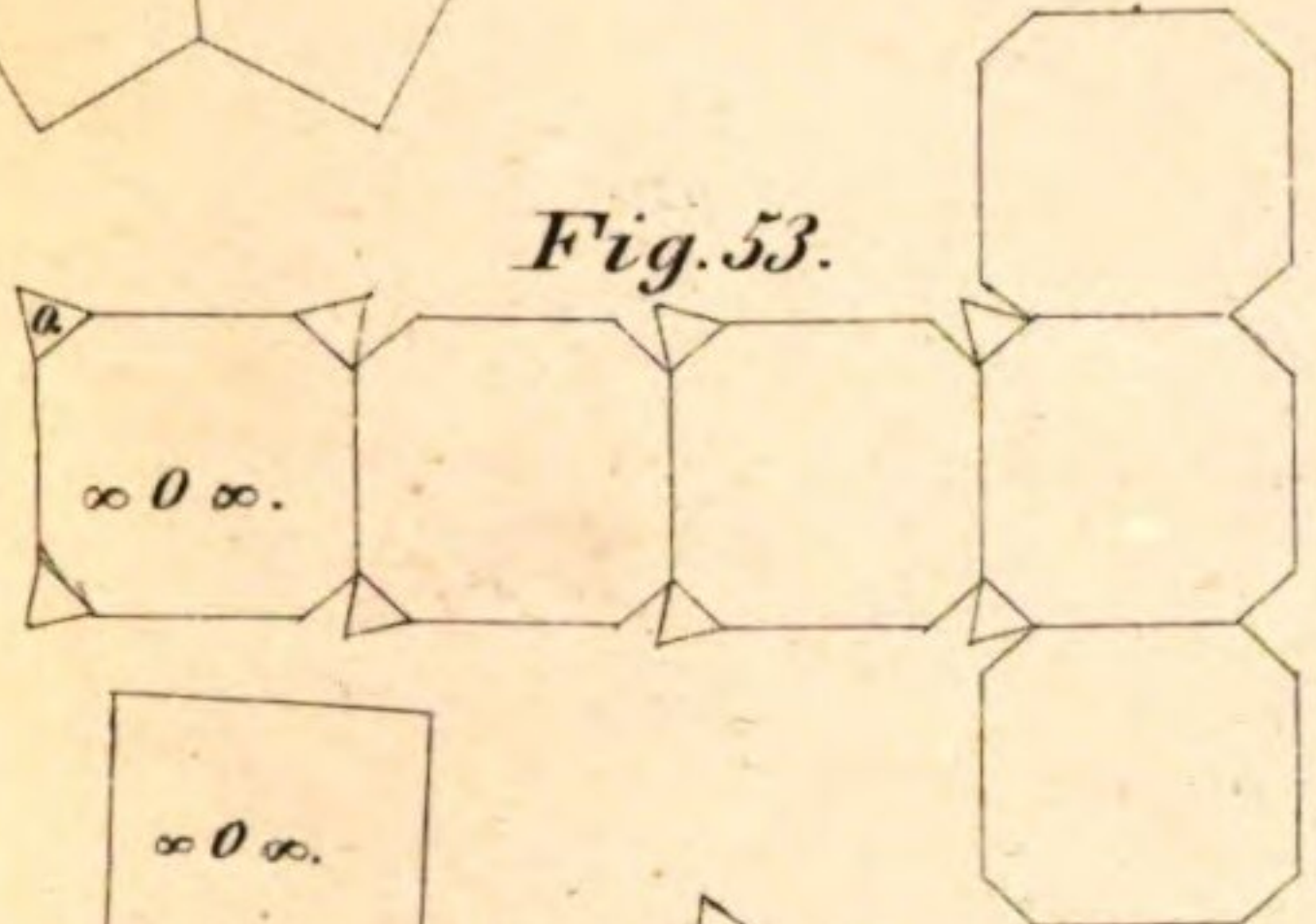


Fig. 54.

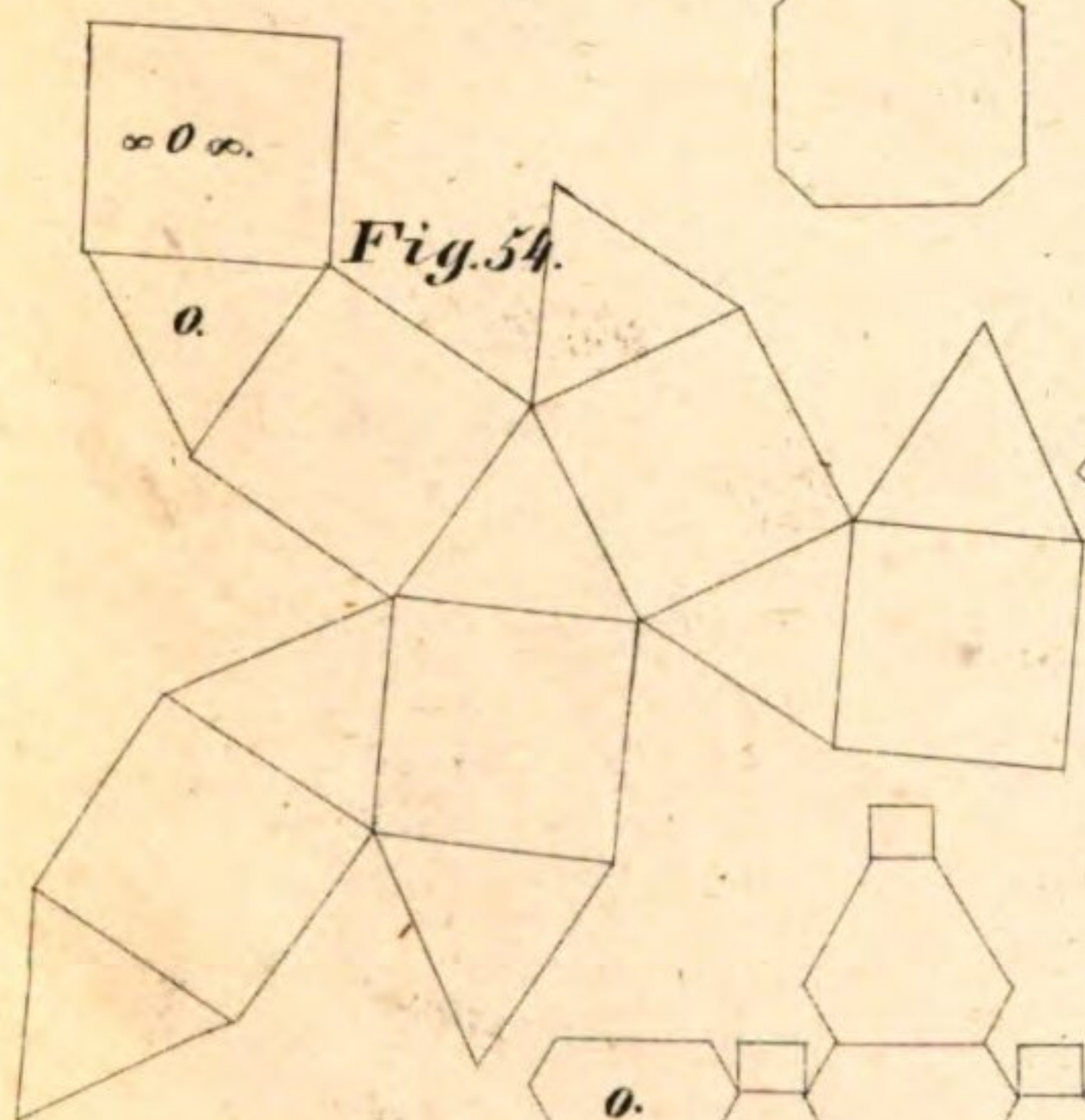


Fig. 51.

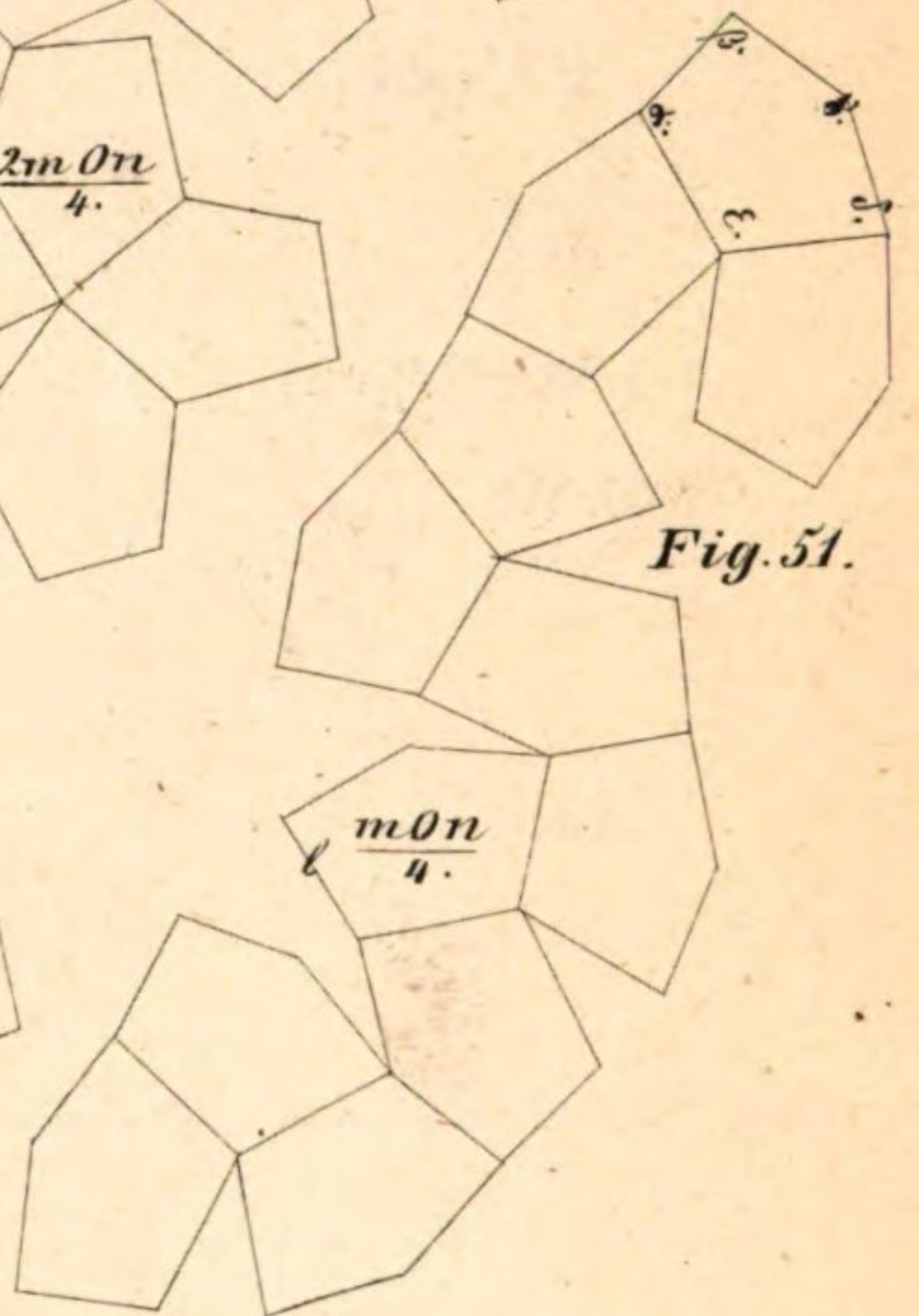


Fig. 52.

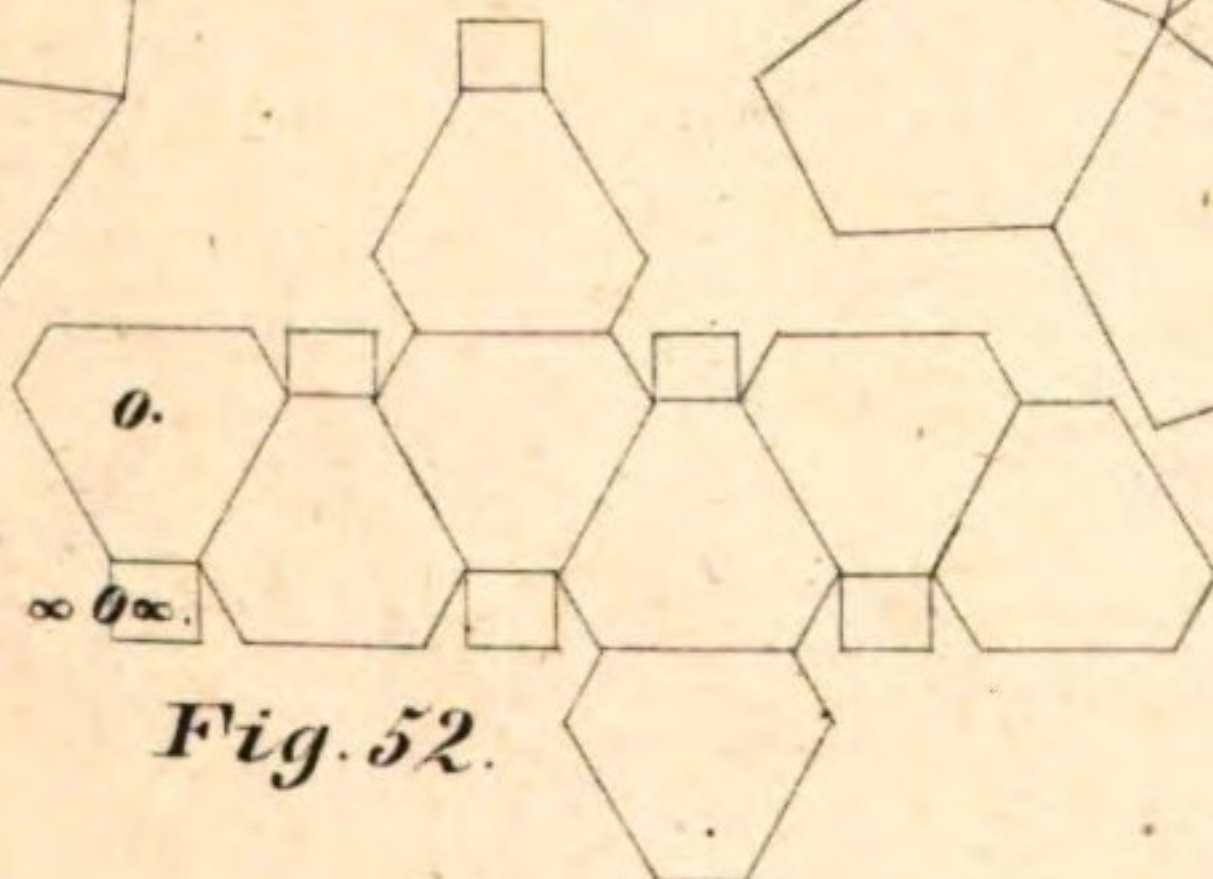


Fig. 55.

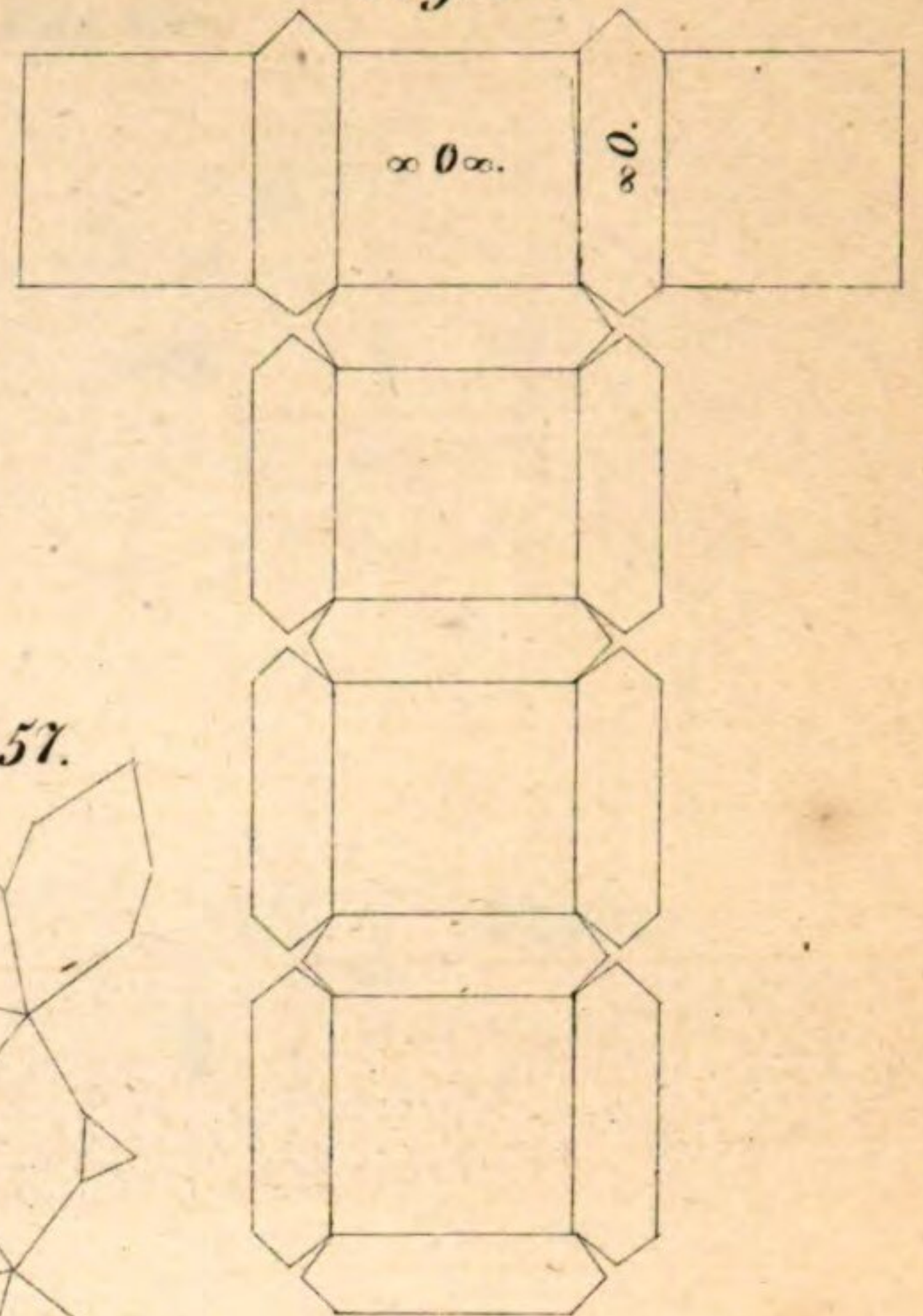


Fig. 56.

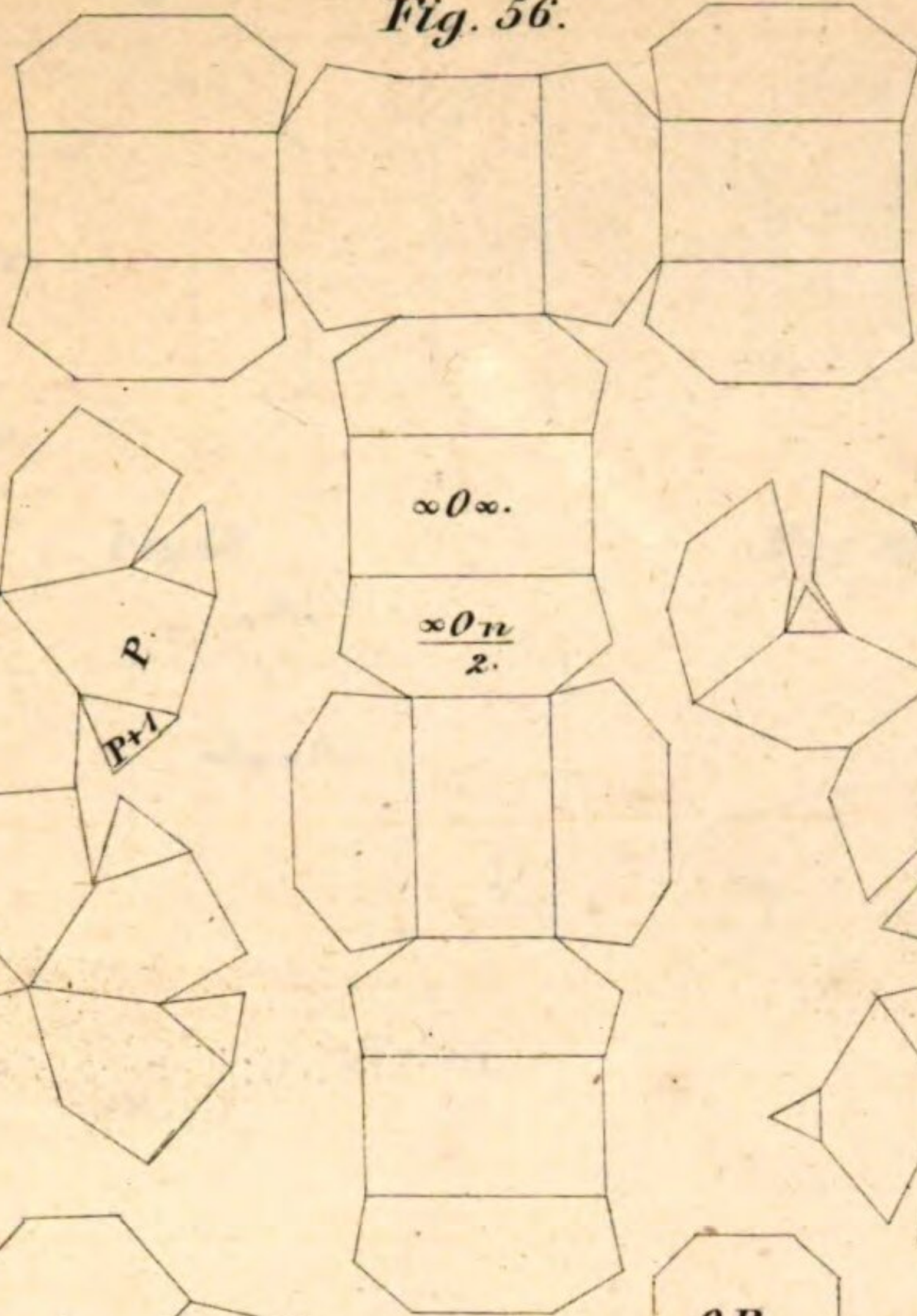


Fig. 57.

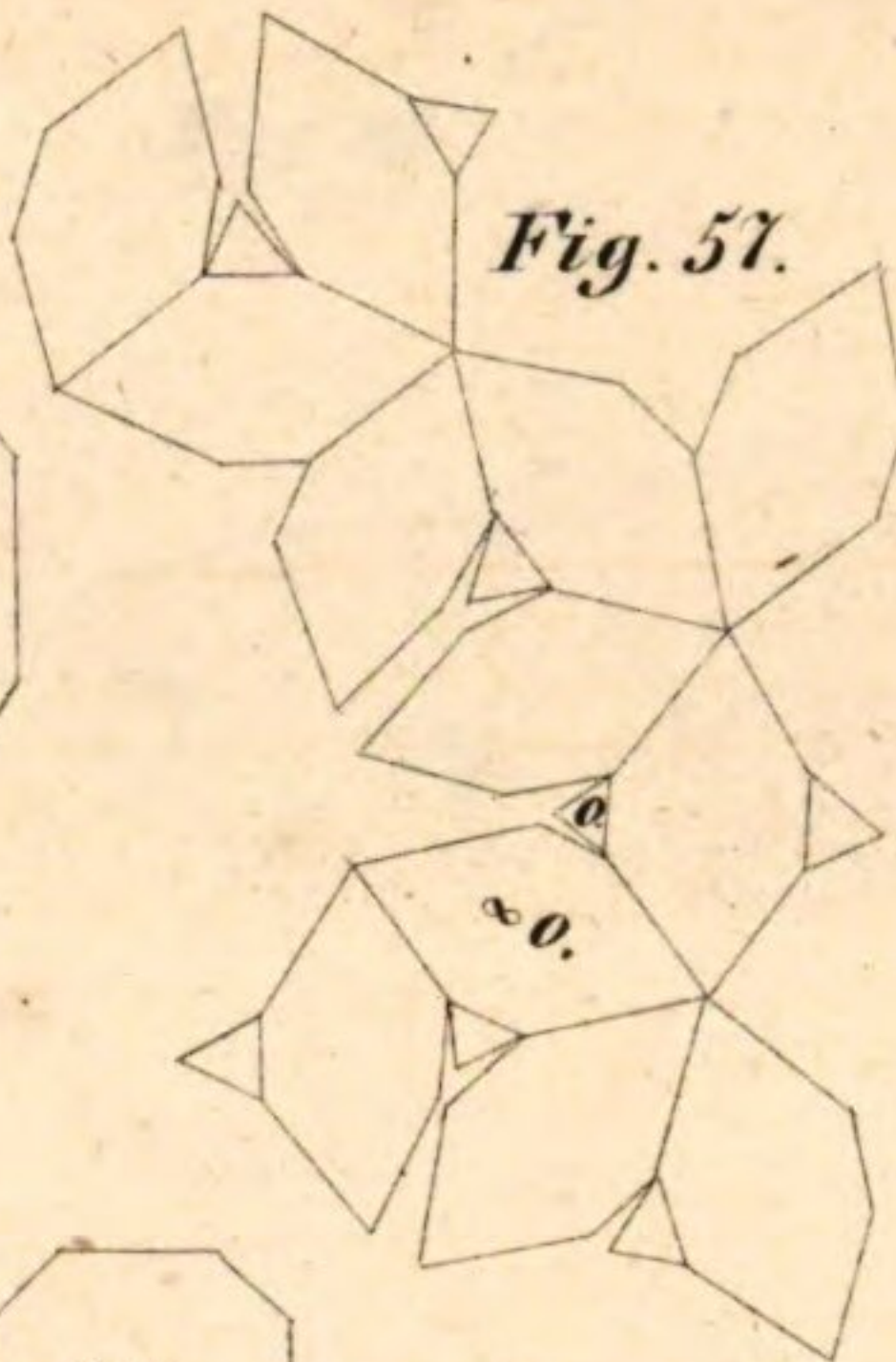


Fig. 61.

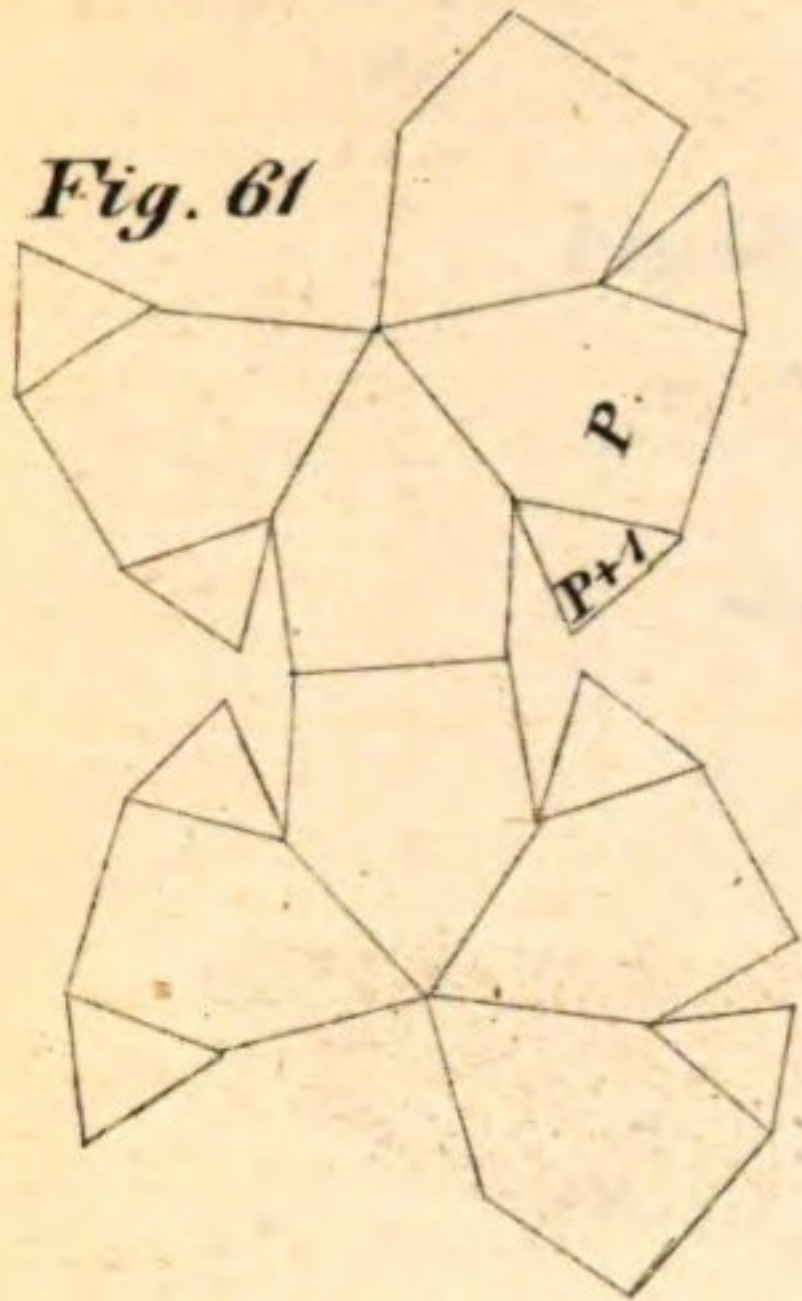


Fig. 60.

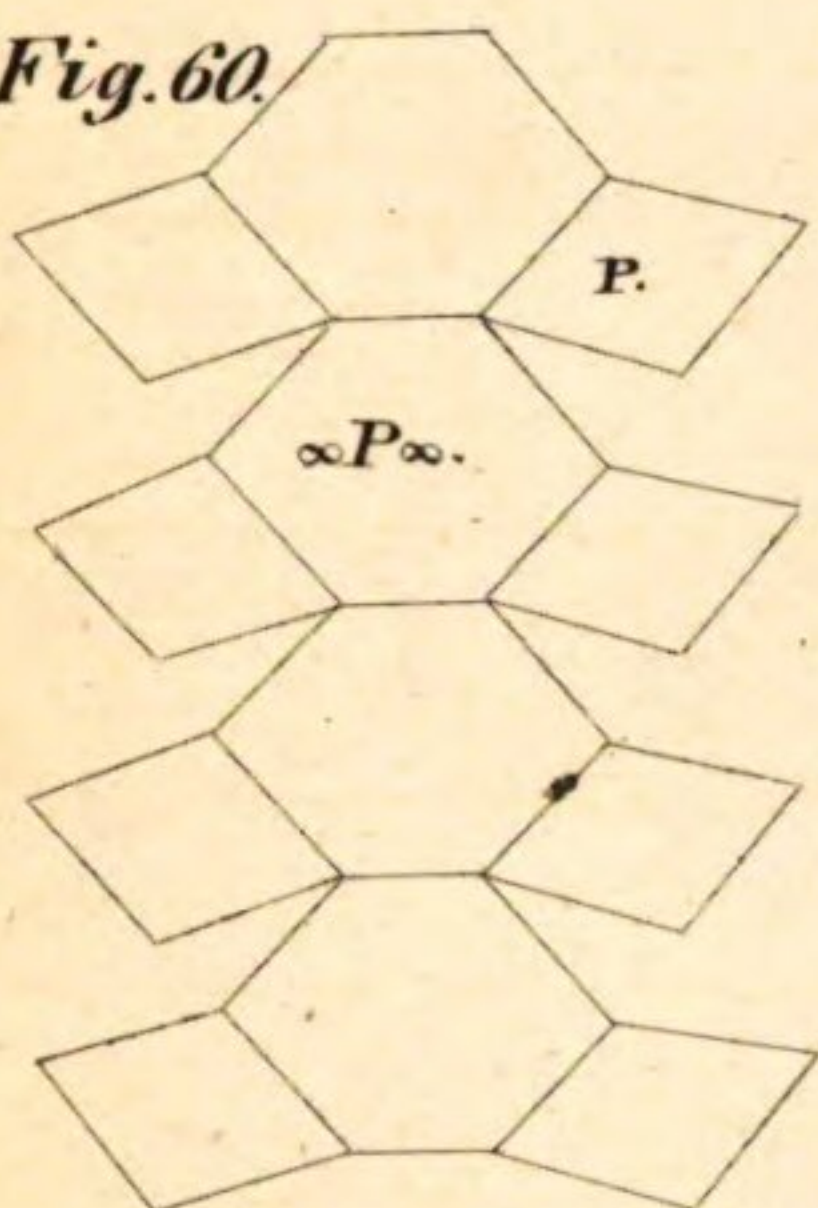


Fig. 59.

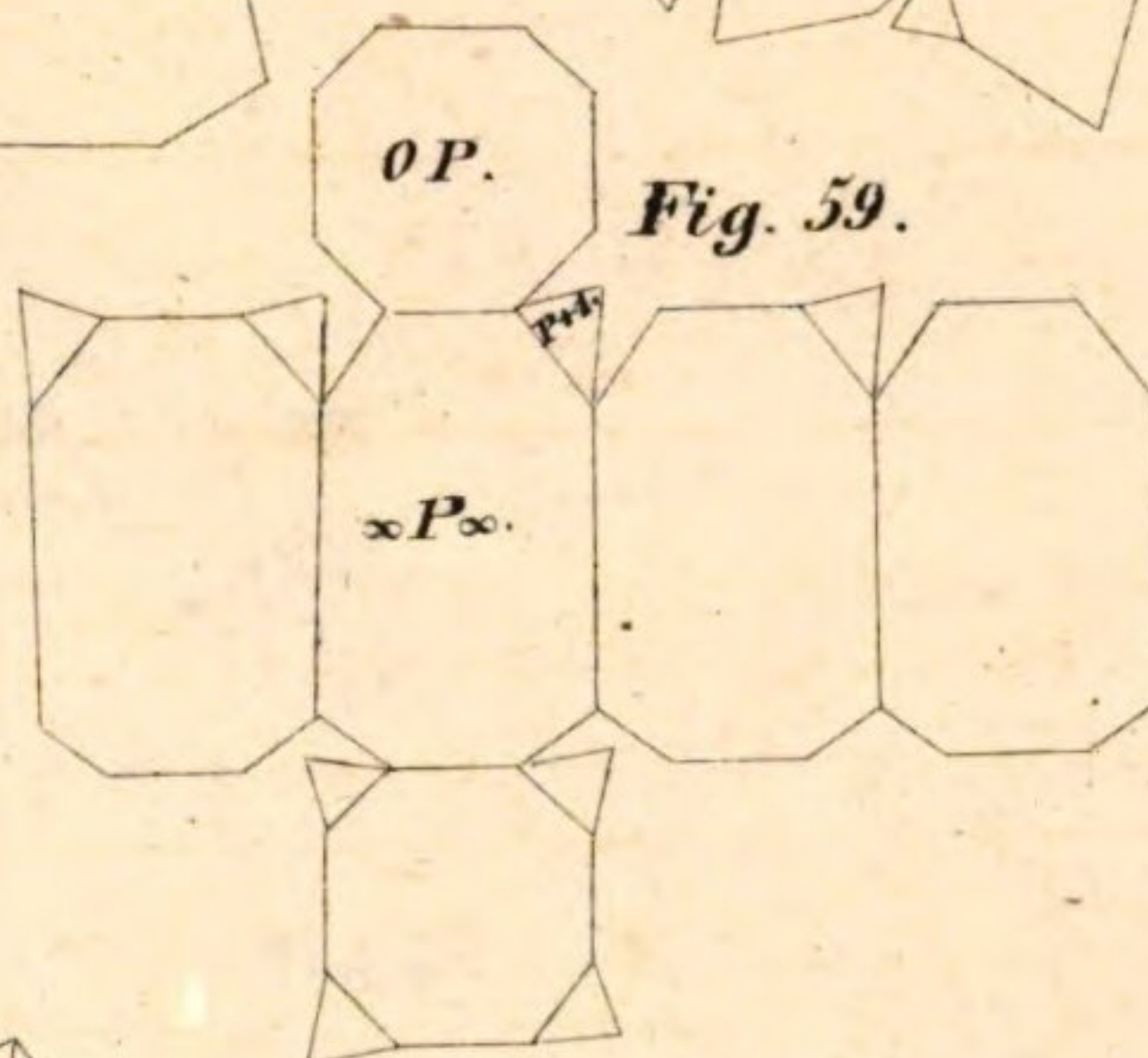


Fig. 58.

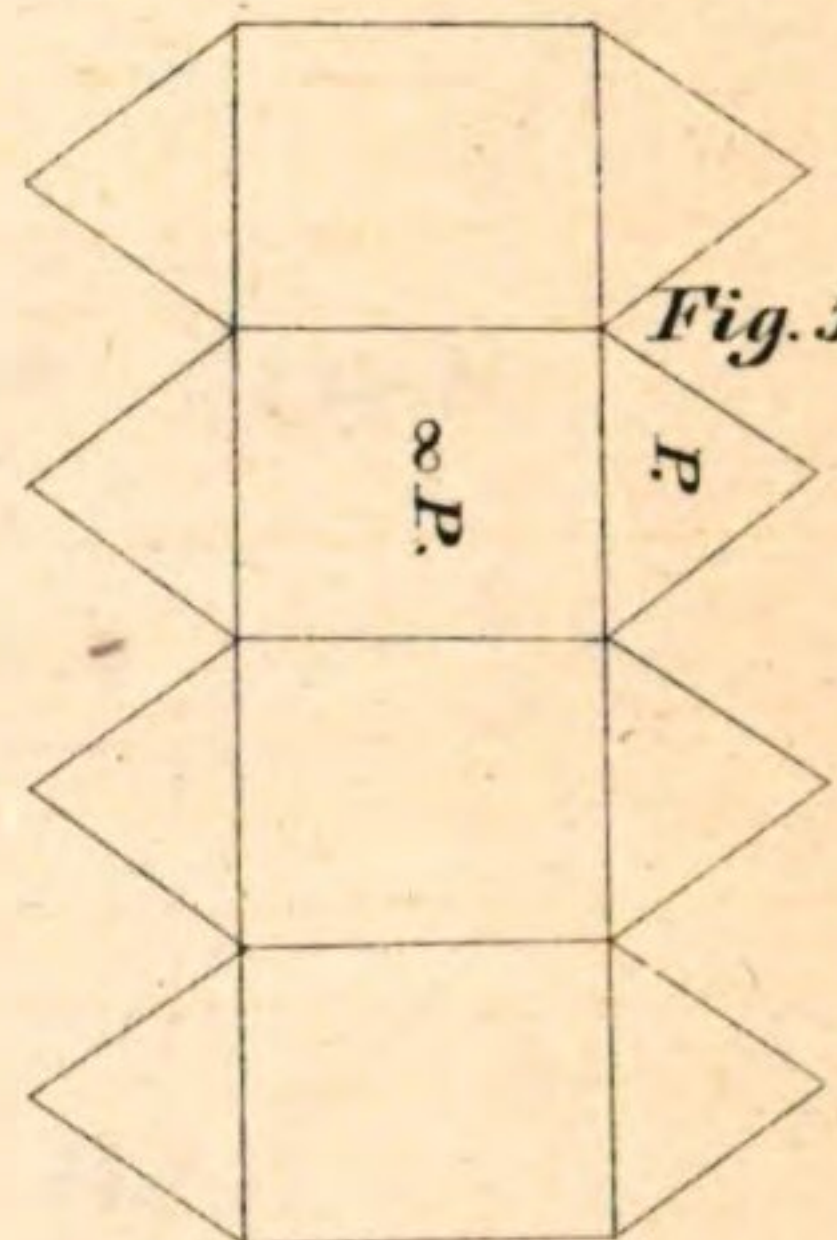


Fig. 62.

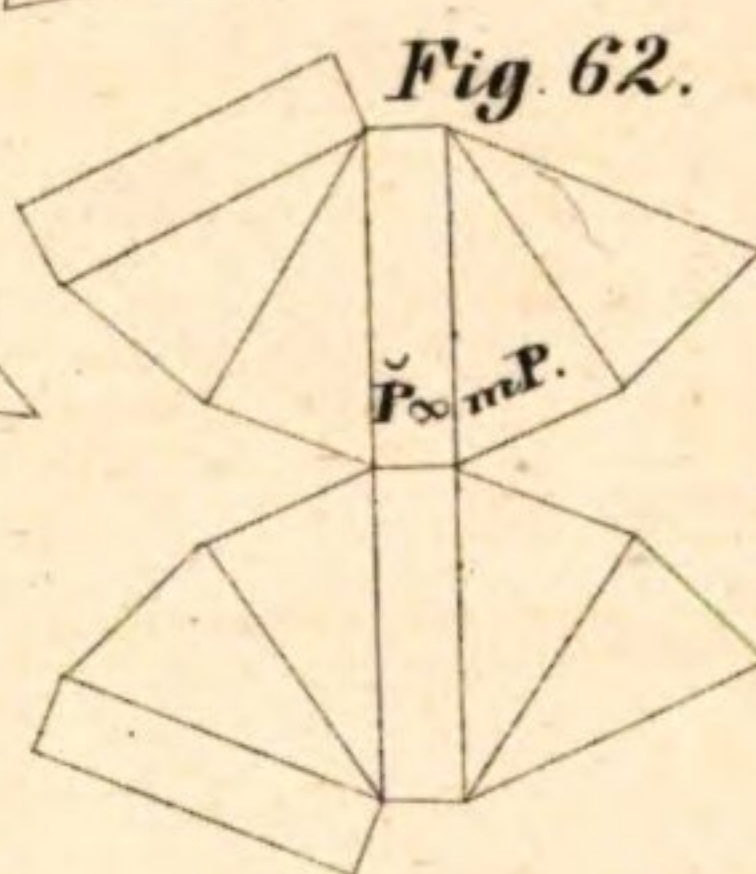


Fig. 63.

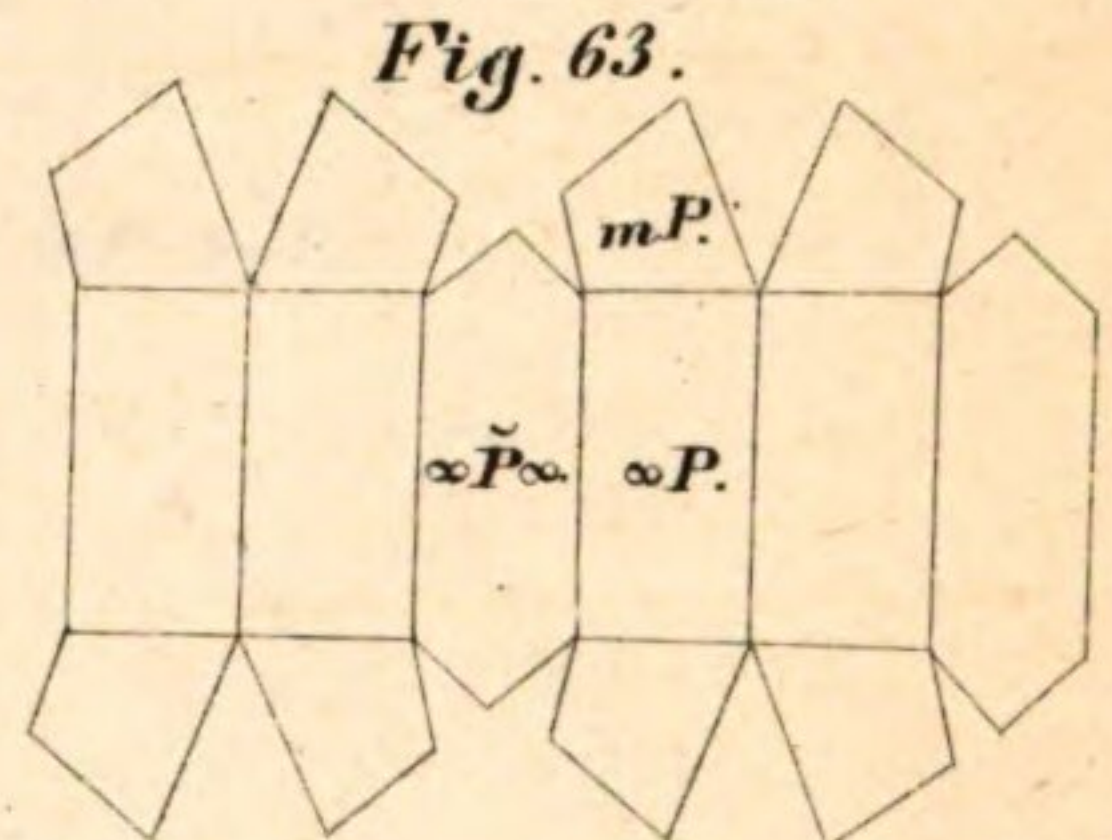


Fig. 61.

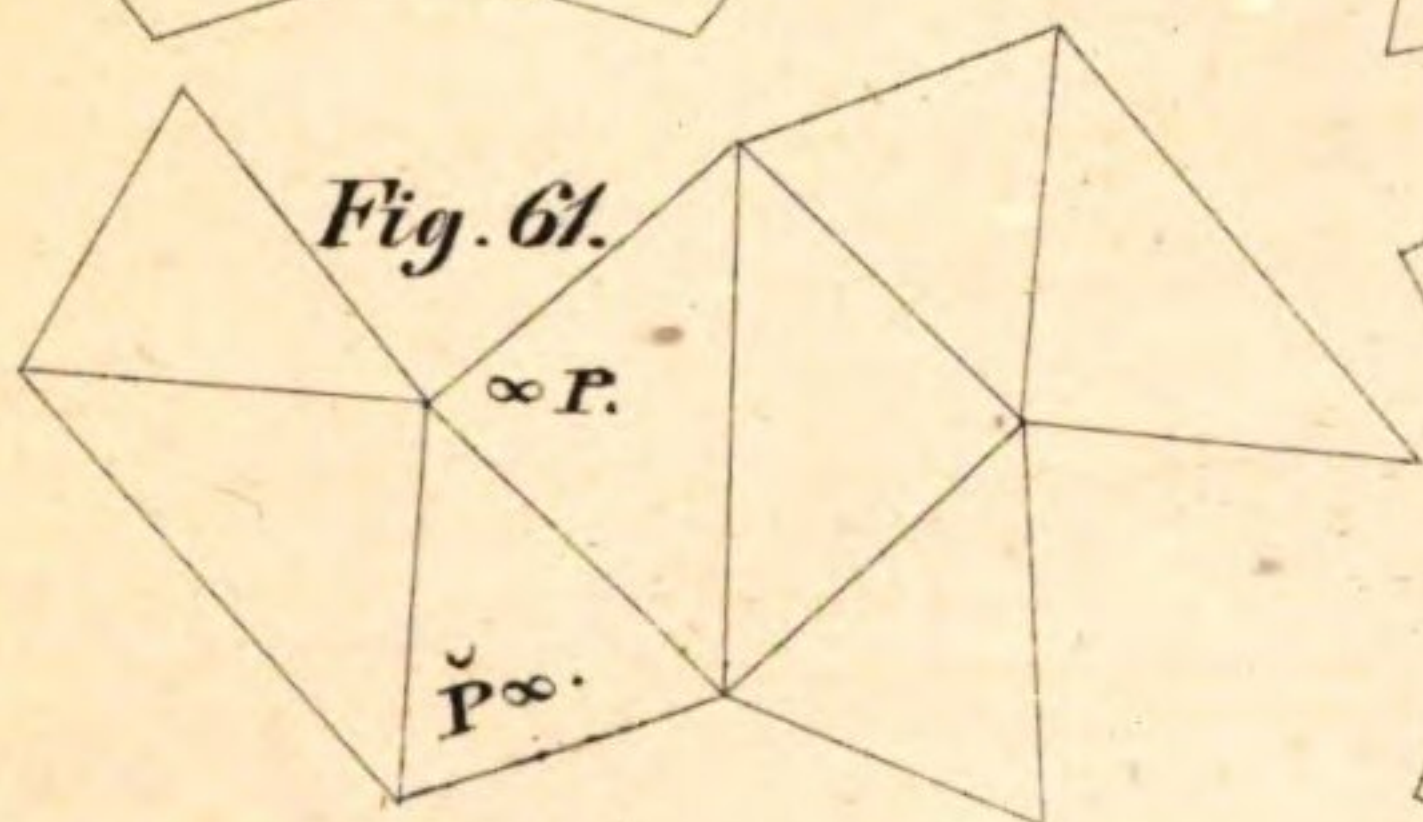


Fig. 64.

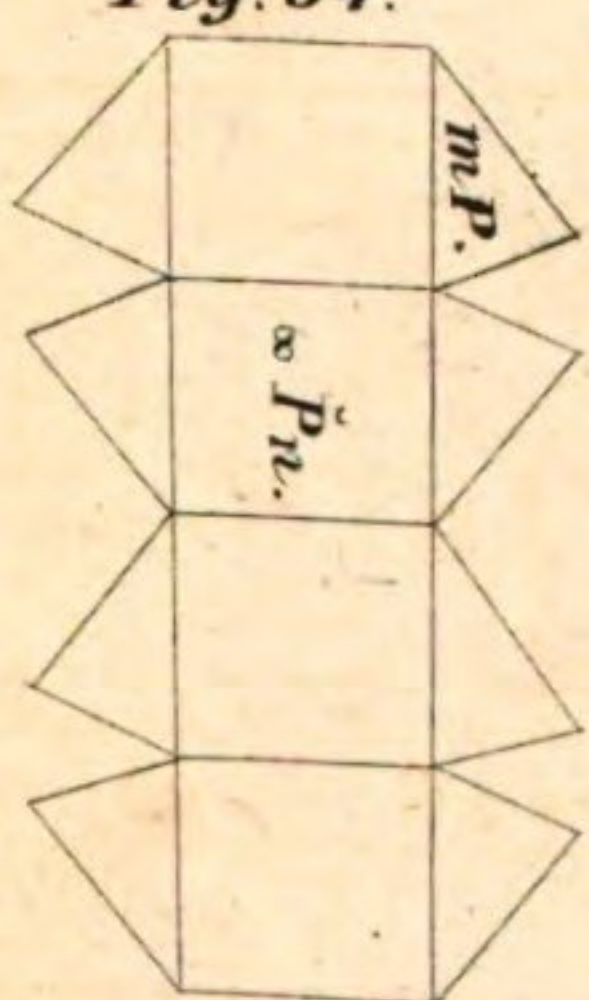


Fig. 65.

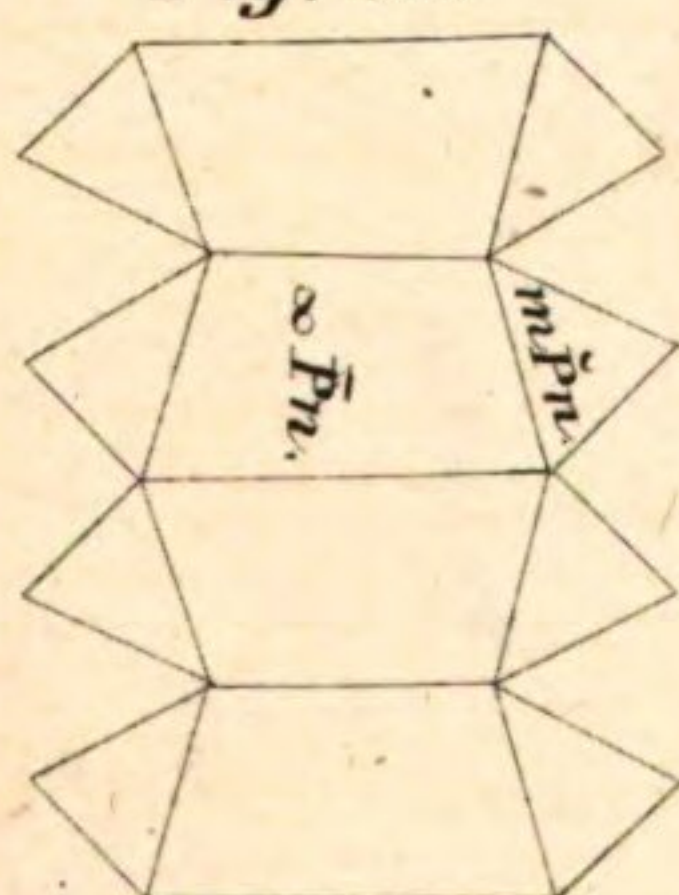


Fig. 66.

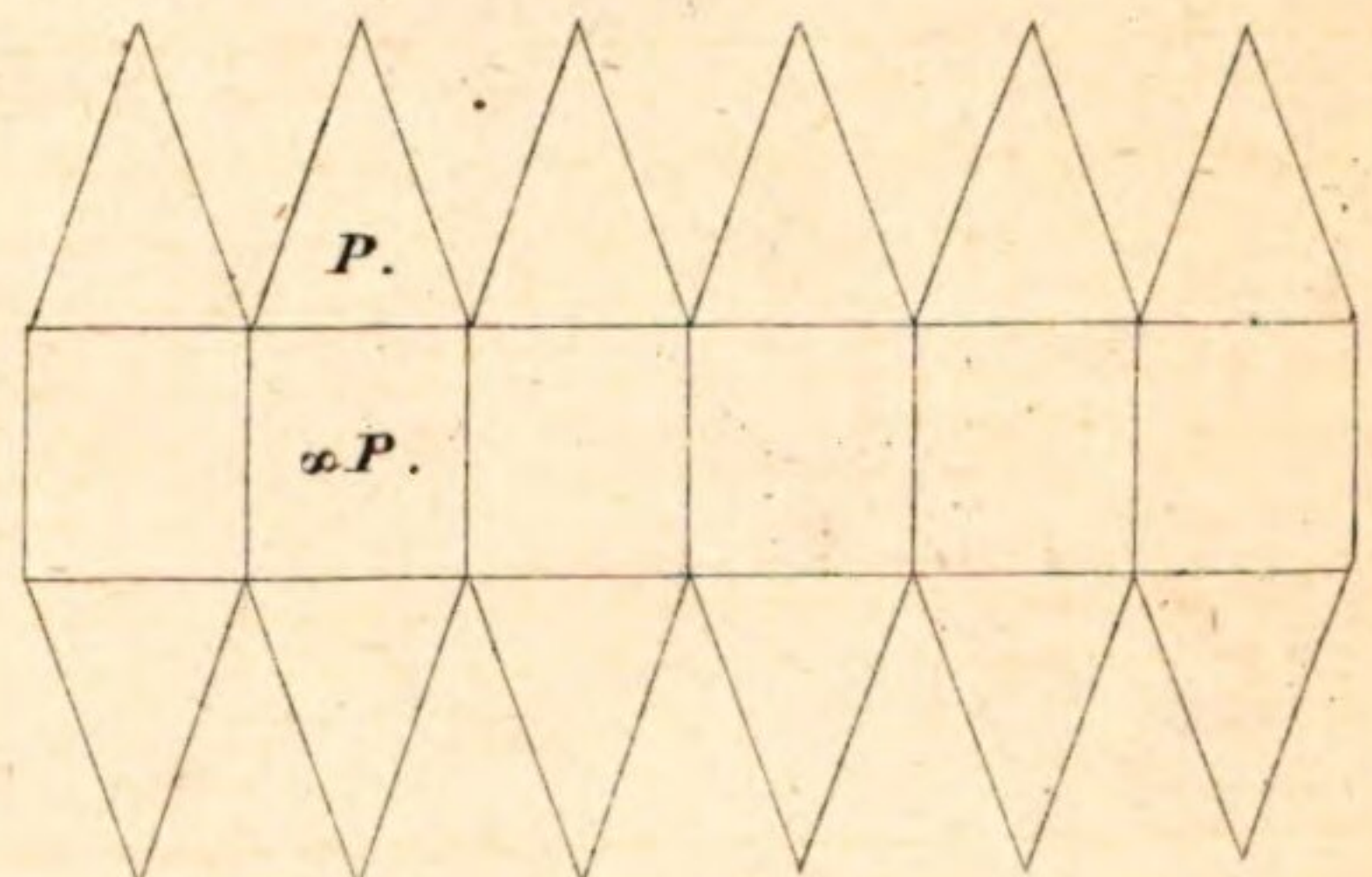


Fig. 67.

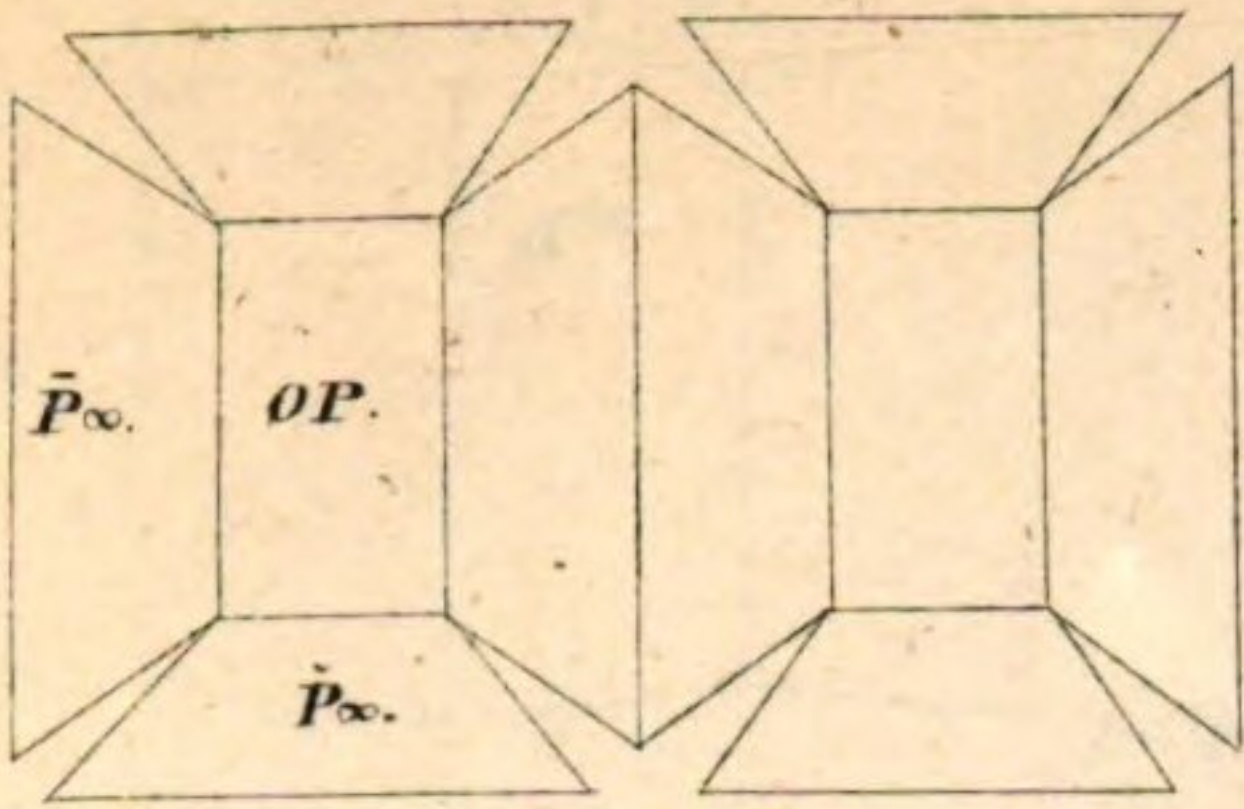


Fig. 69

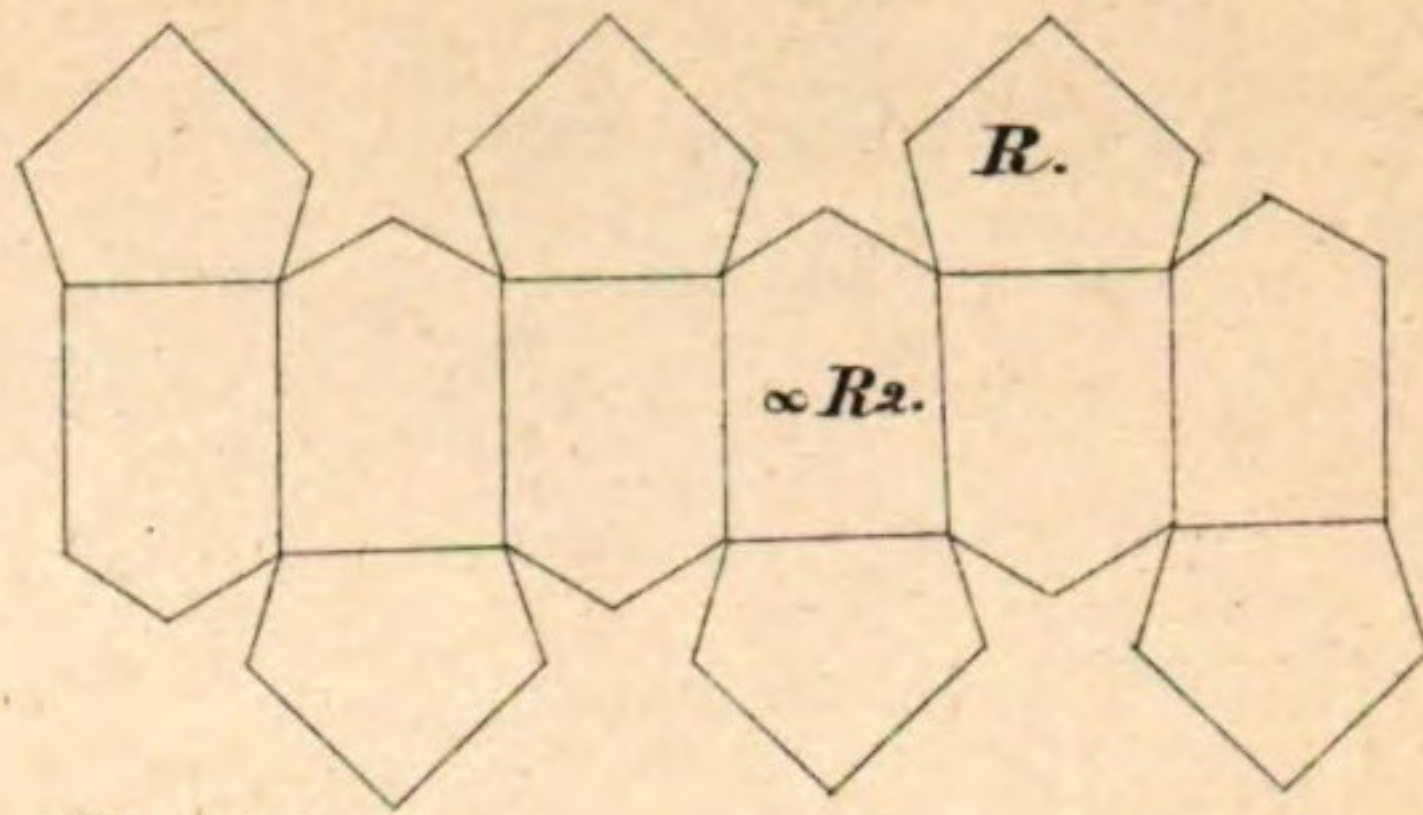


Fig. 68.

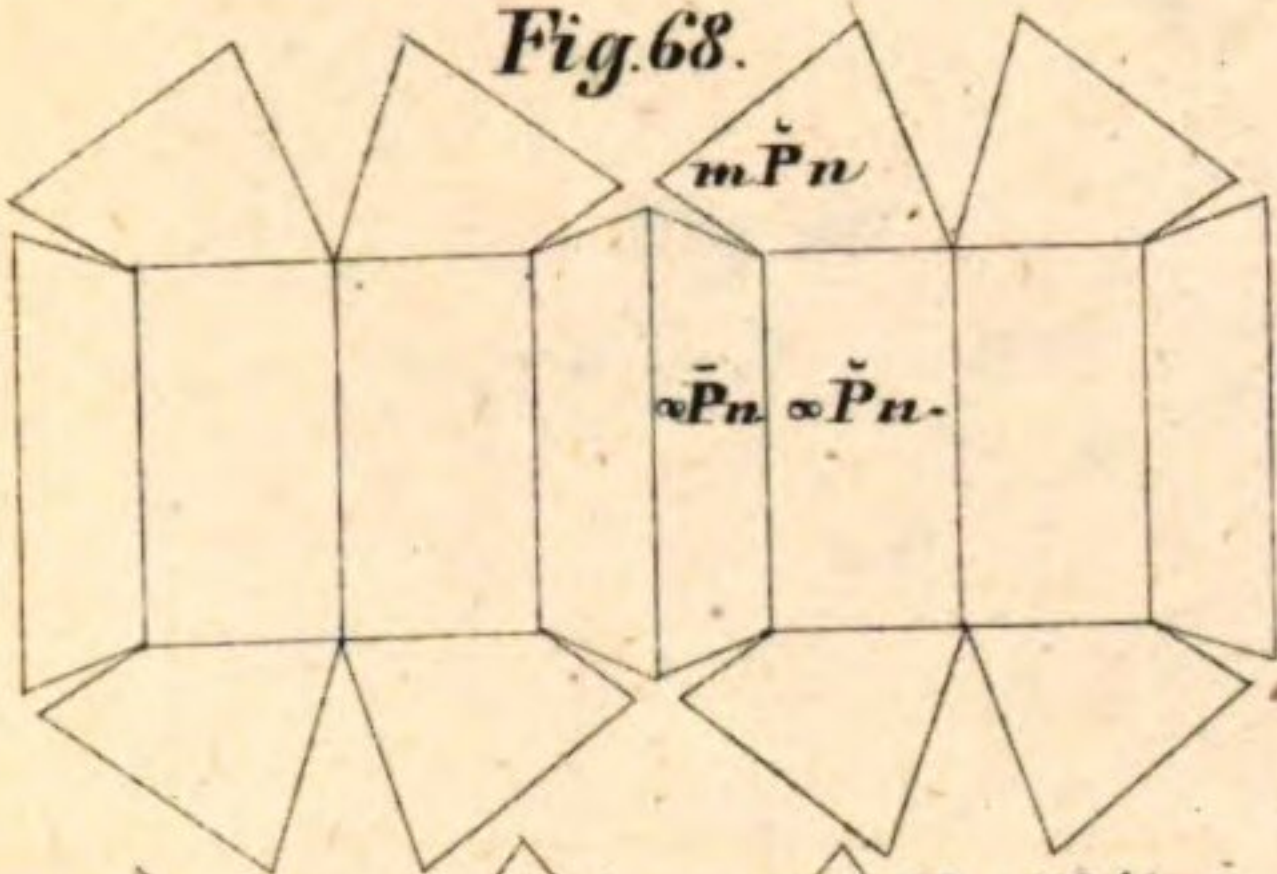


Fig. 70.



Fig. 71.

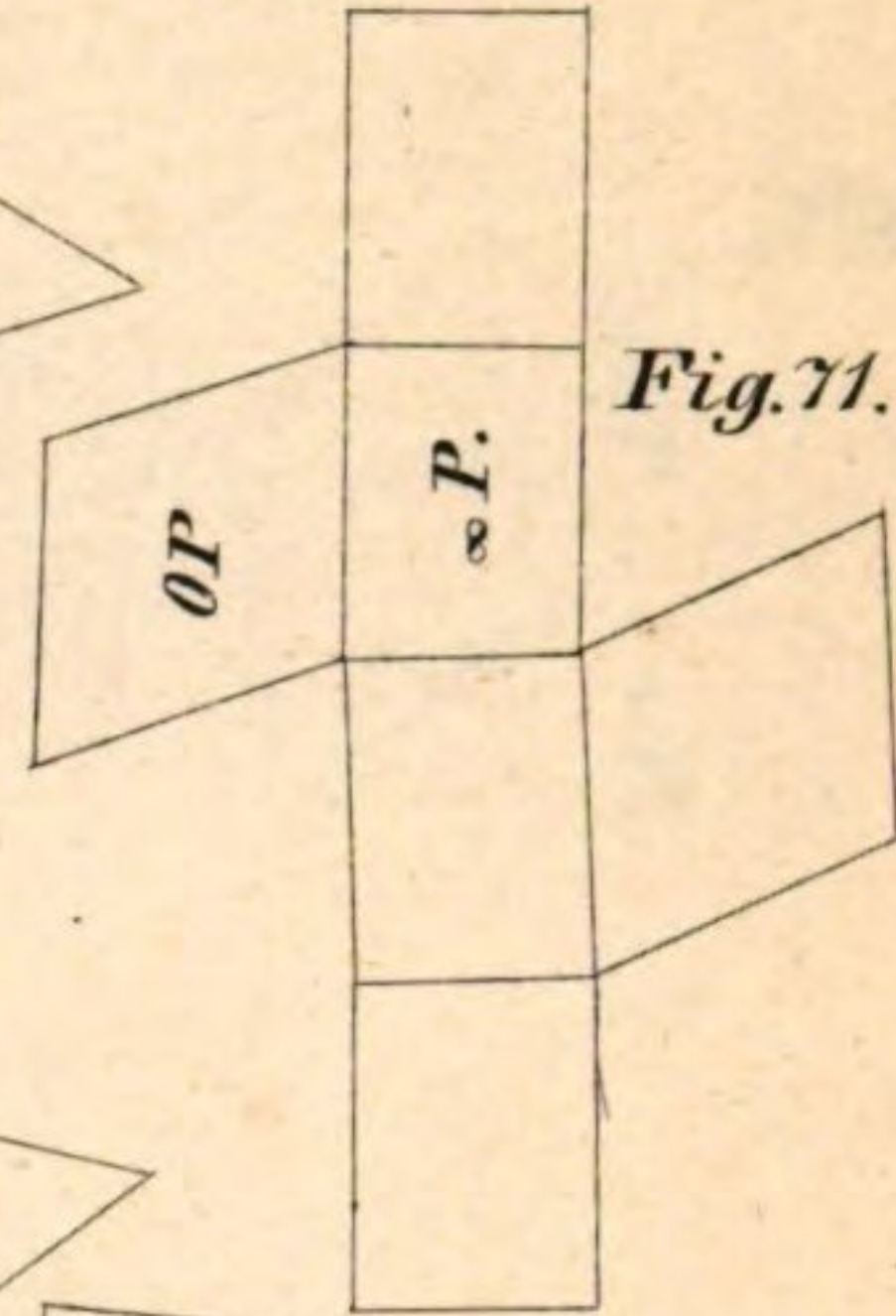


Fig. 72½

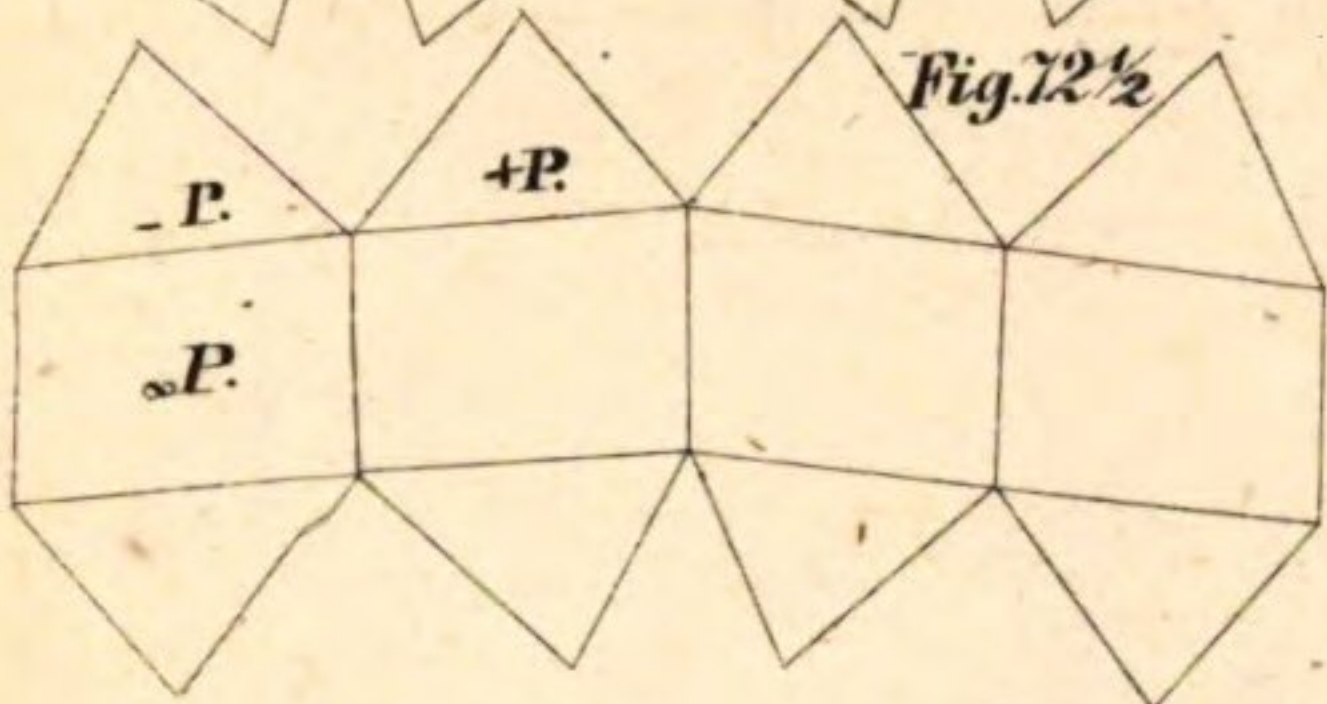


Fig. 72.

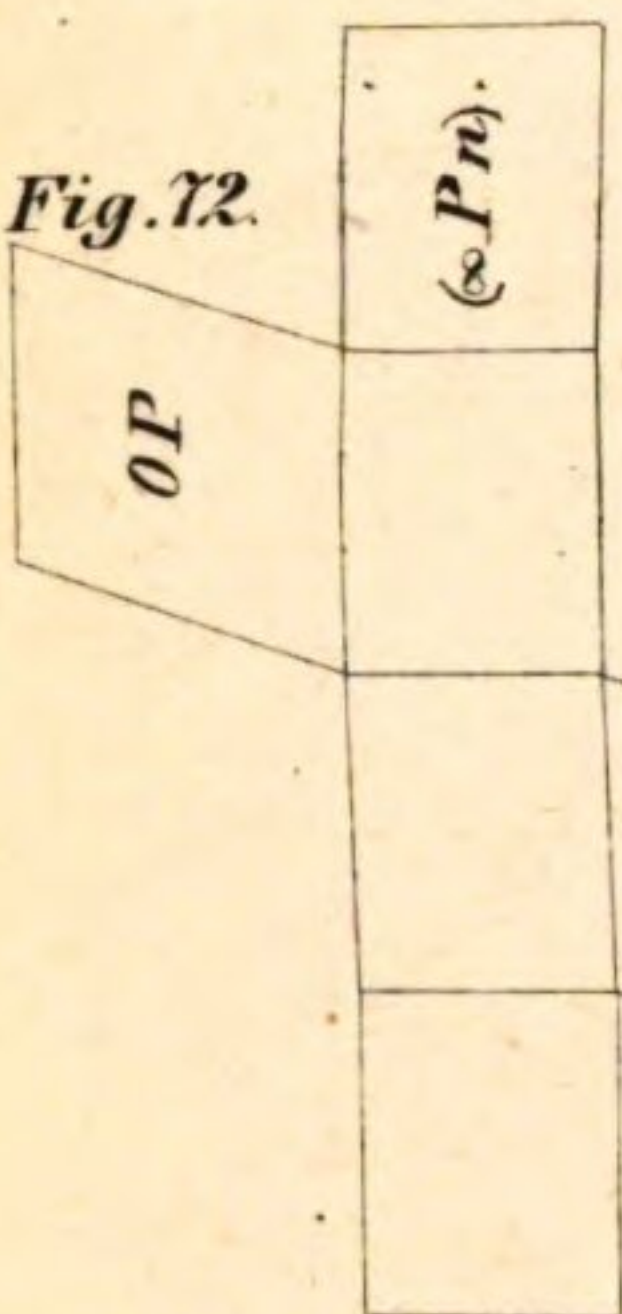


Fig. 74.

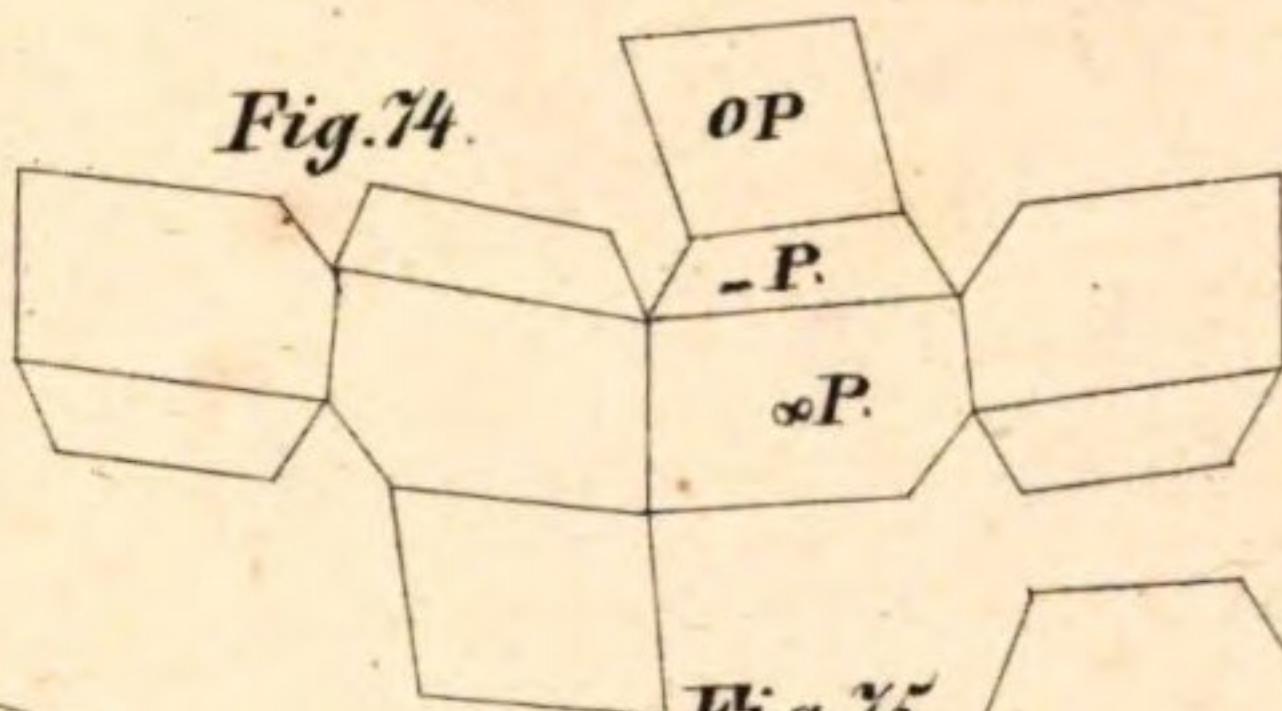


Fig. 73.

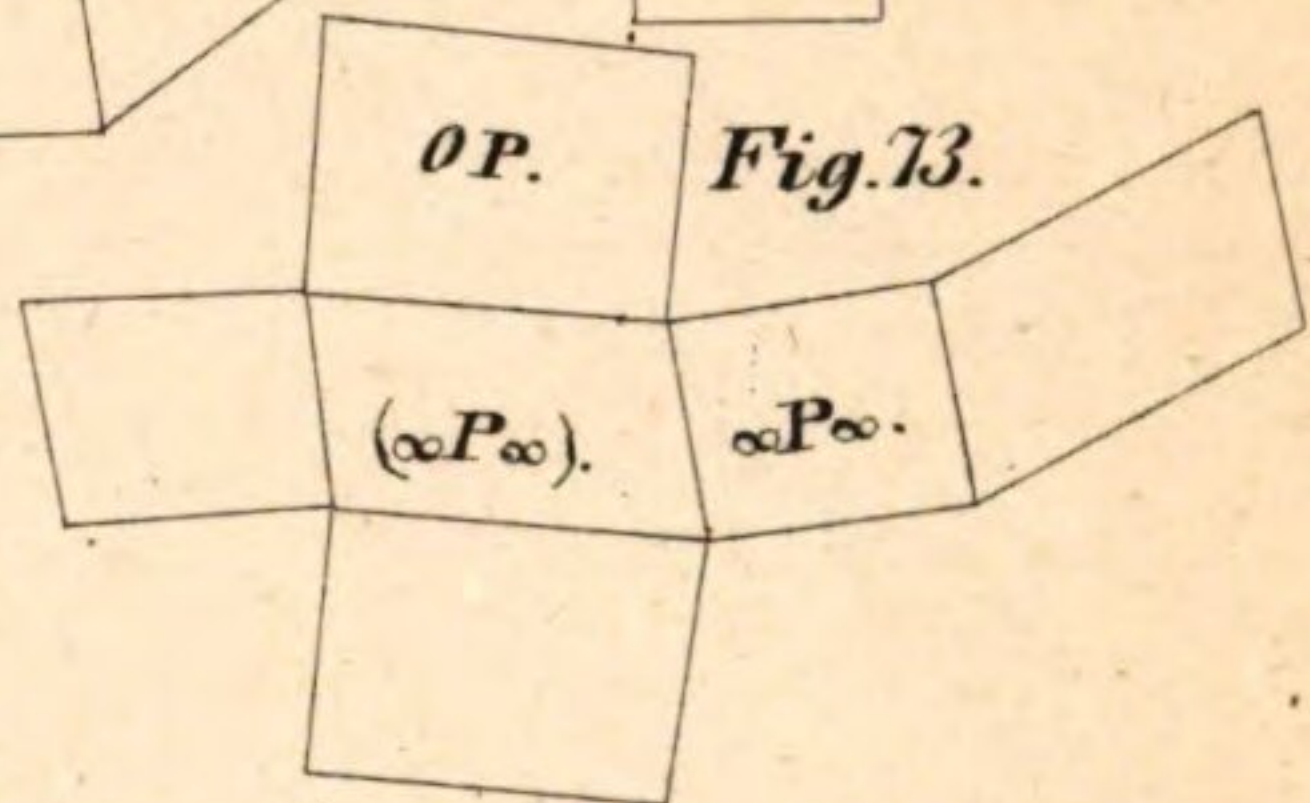


Fig. 75.

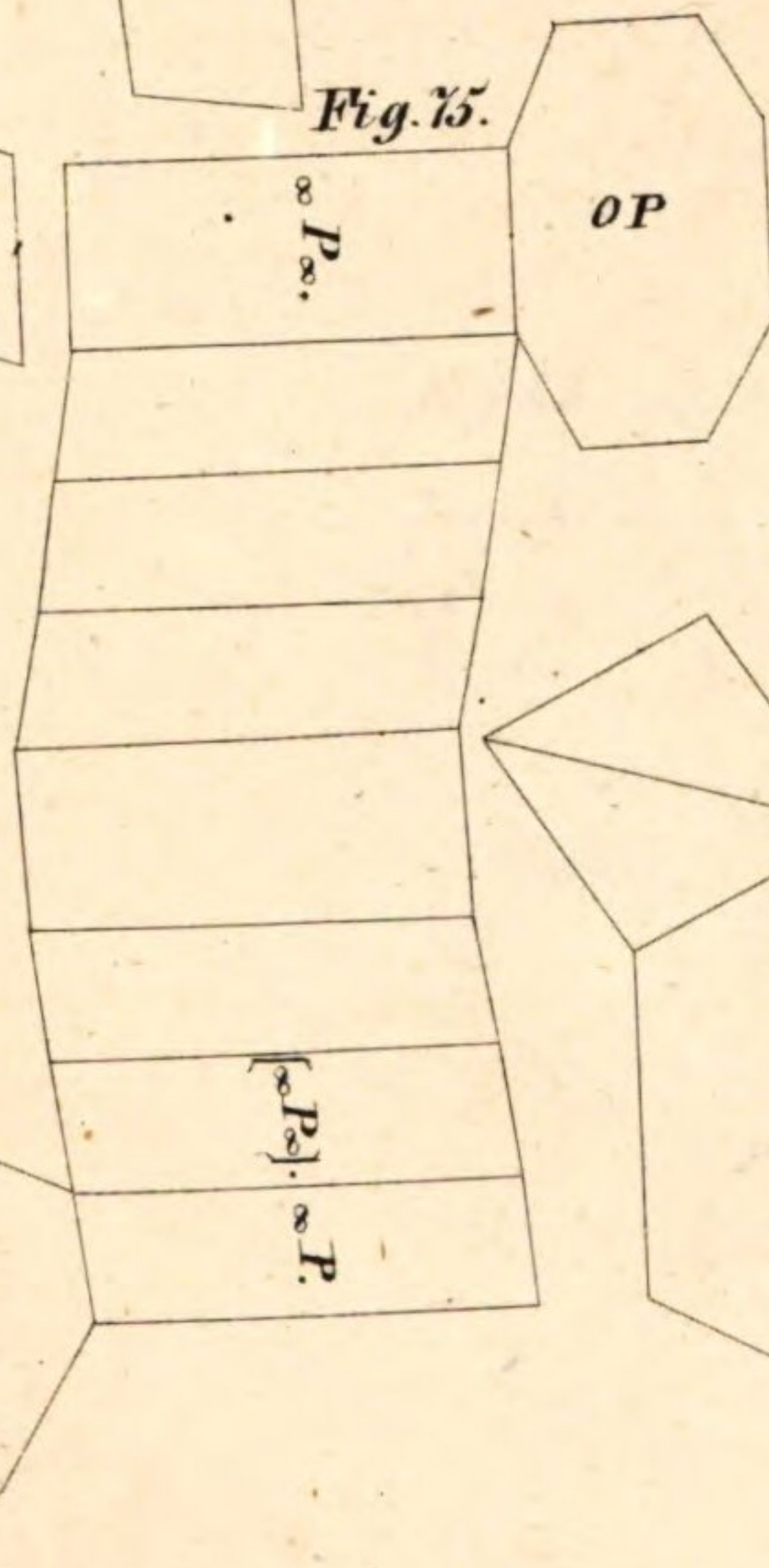


Fig. 77.

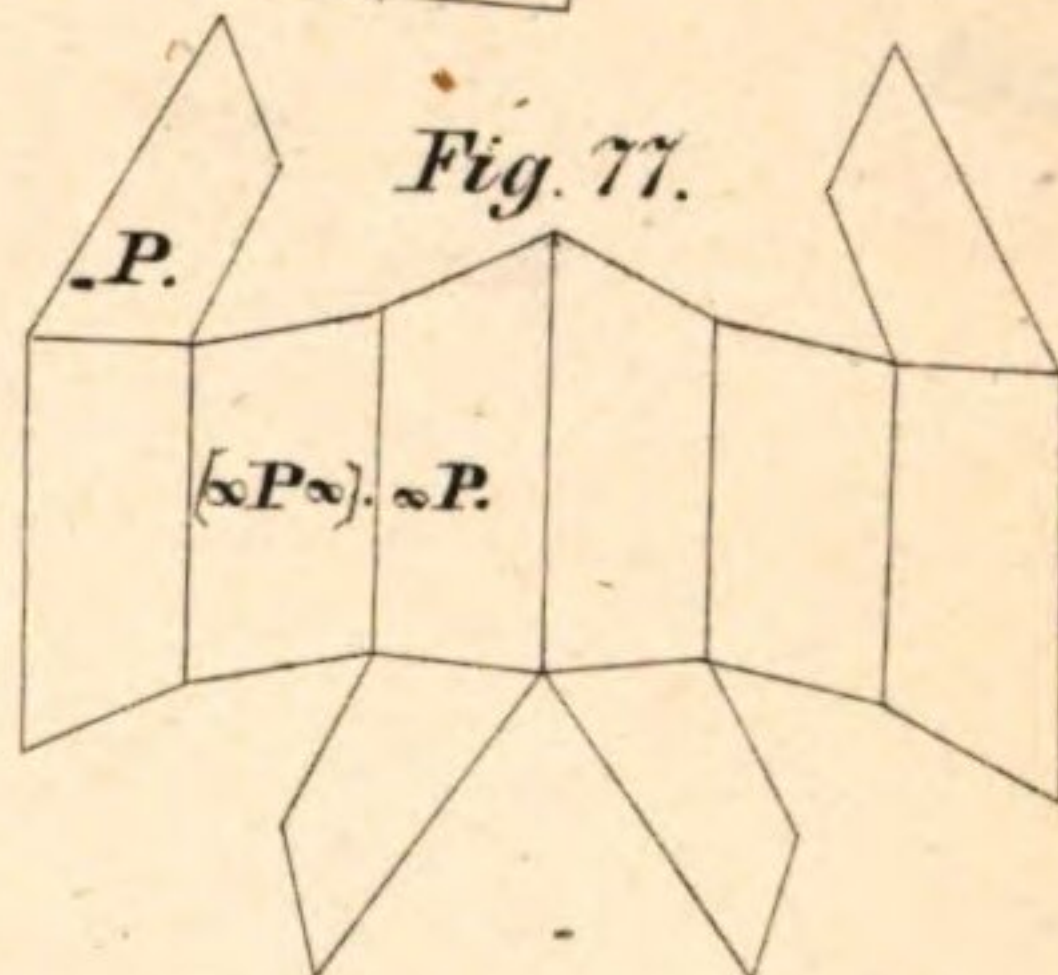


Fig. 78.

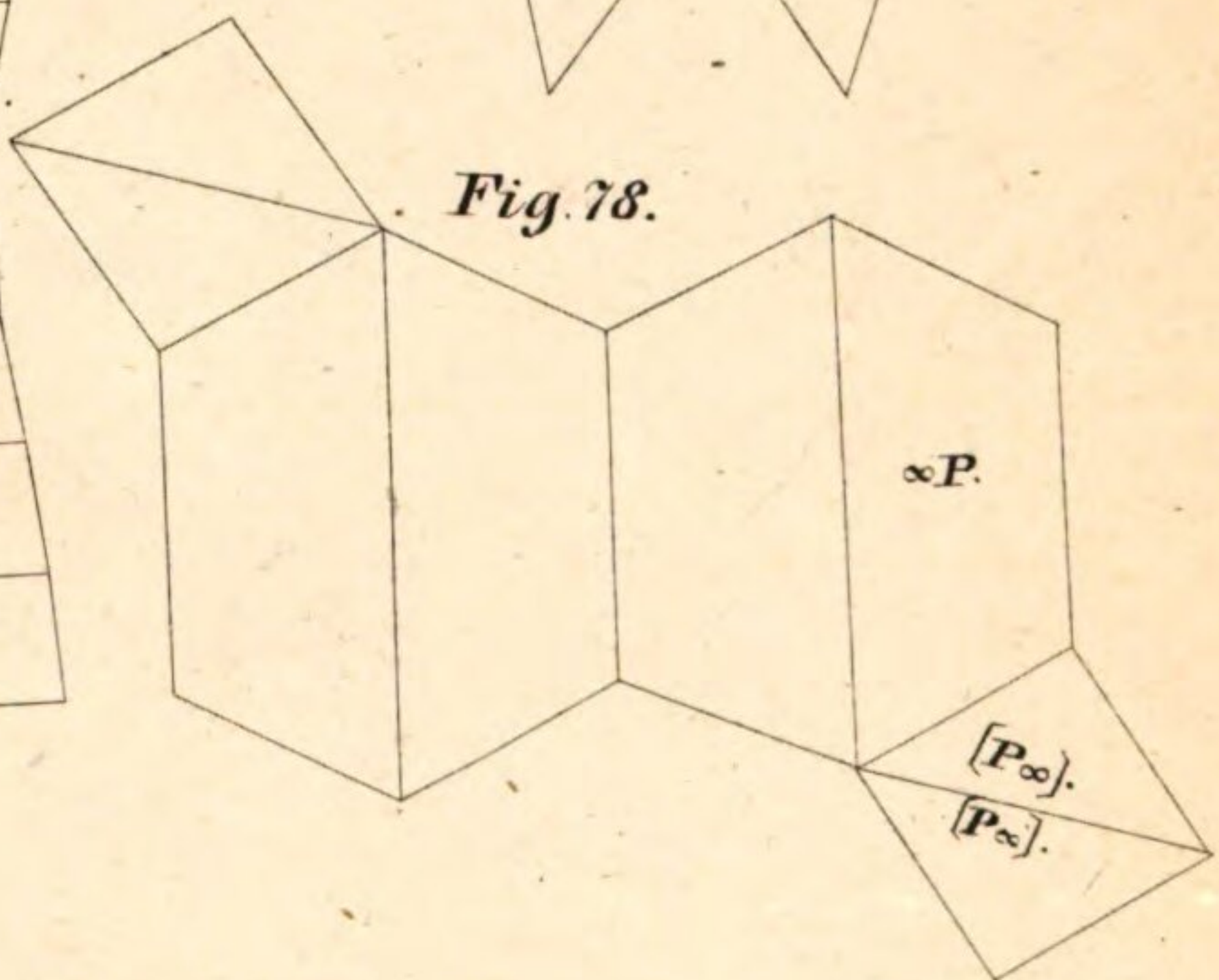
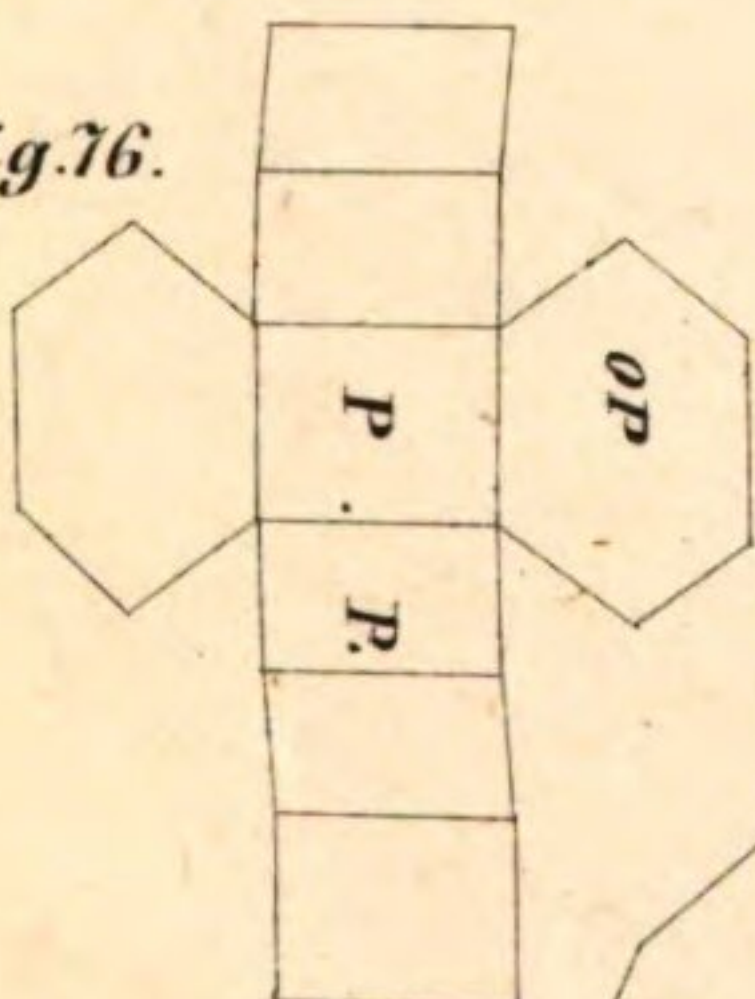


Fig. 76.



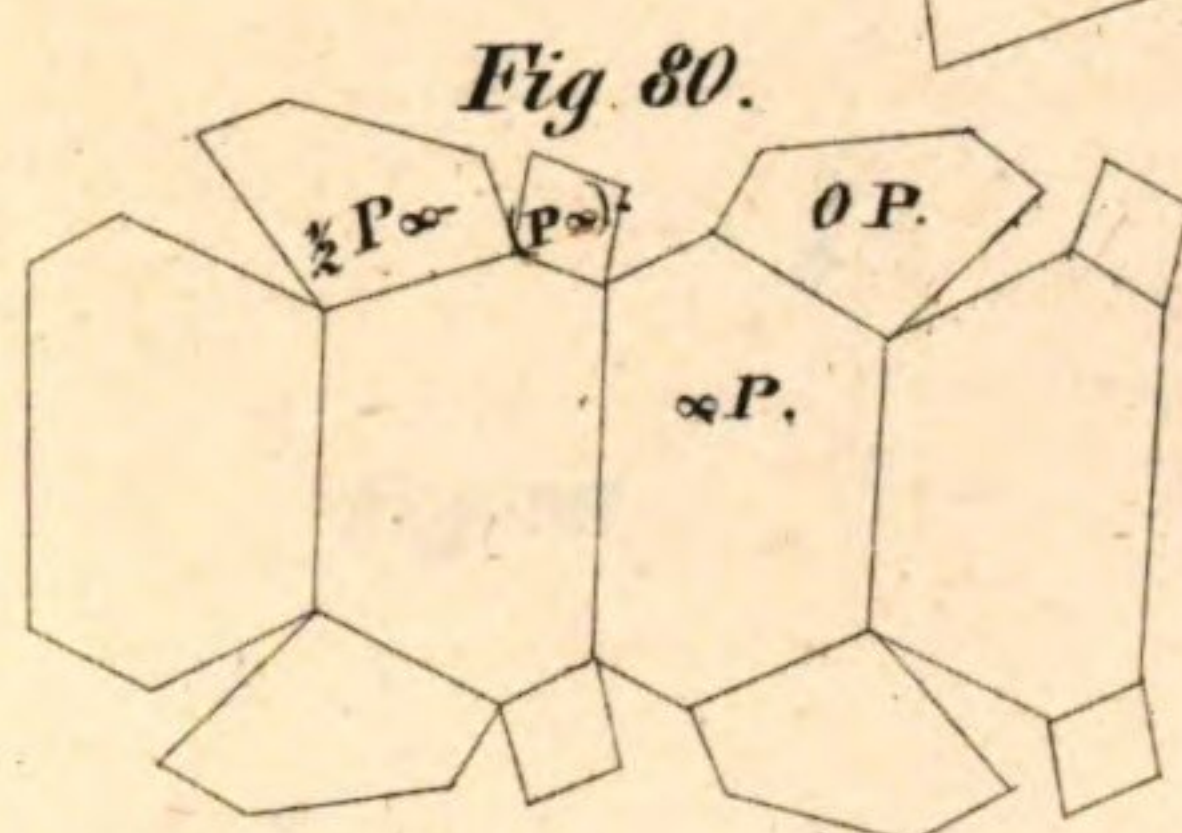
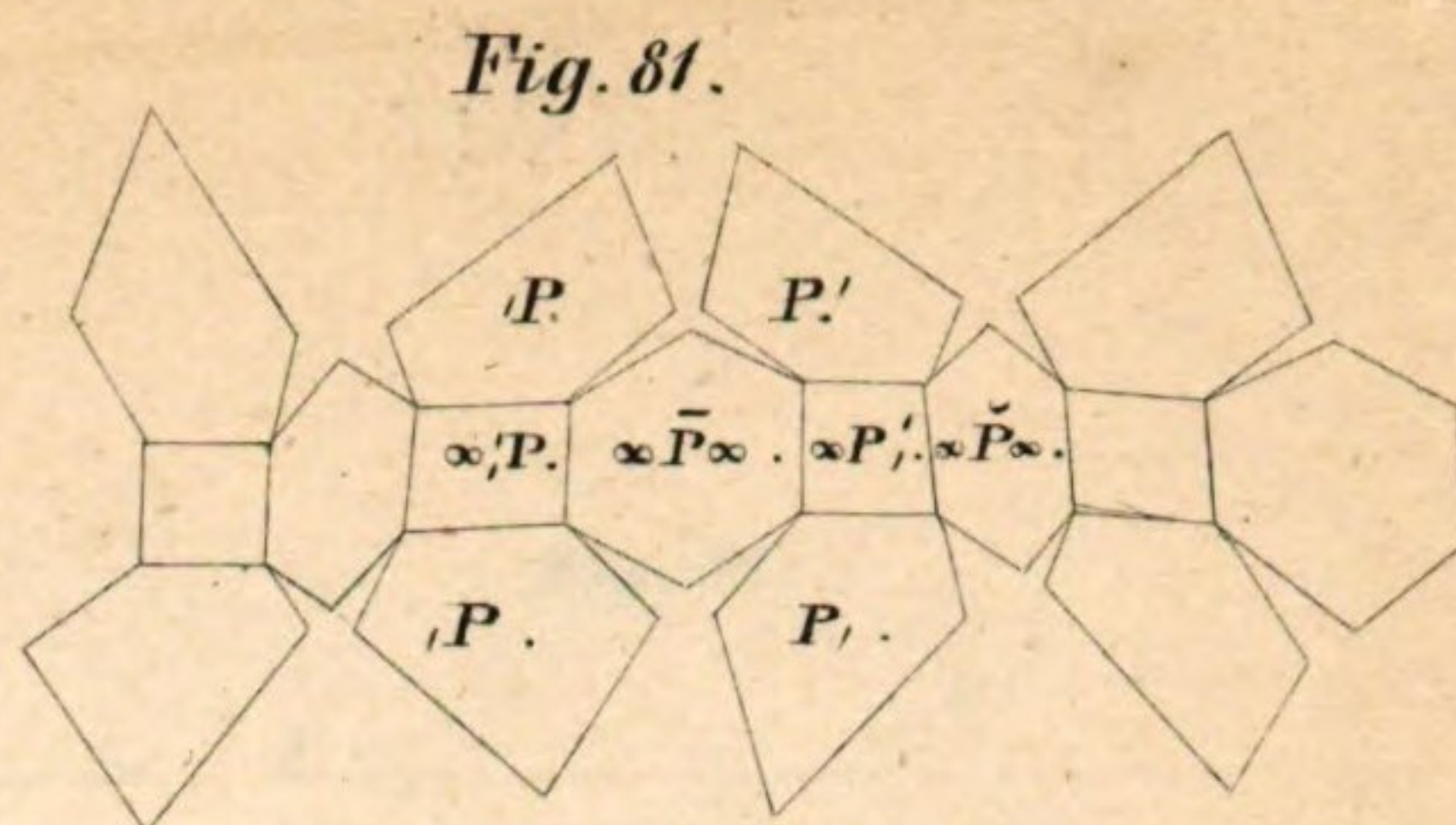
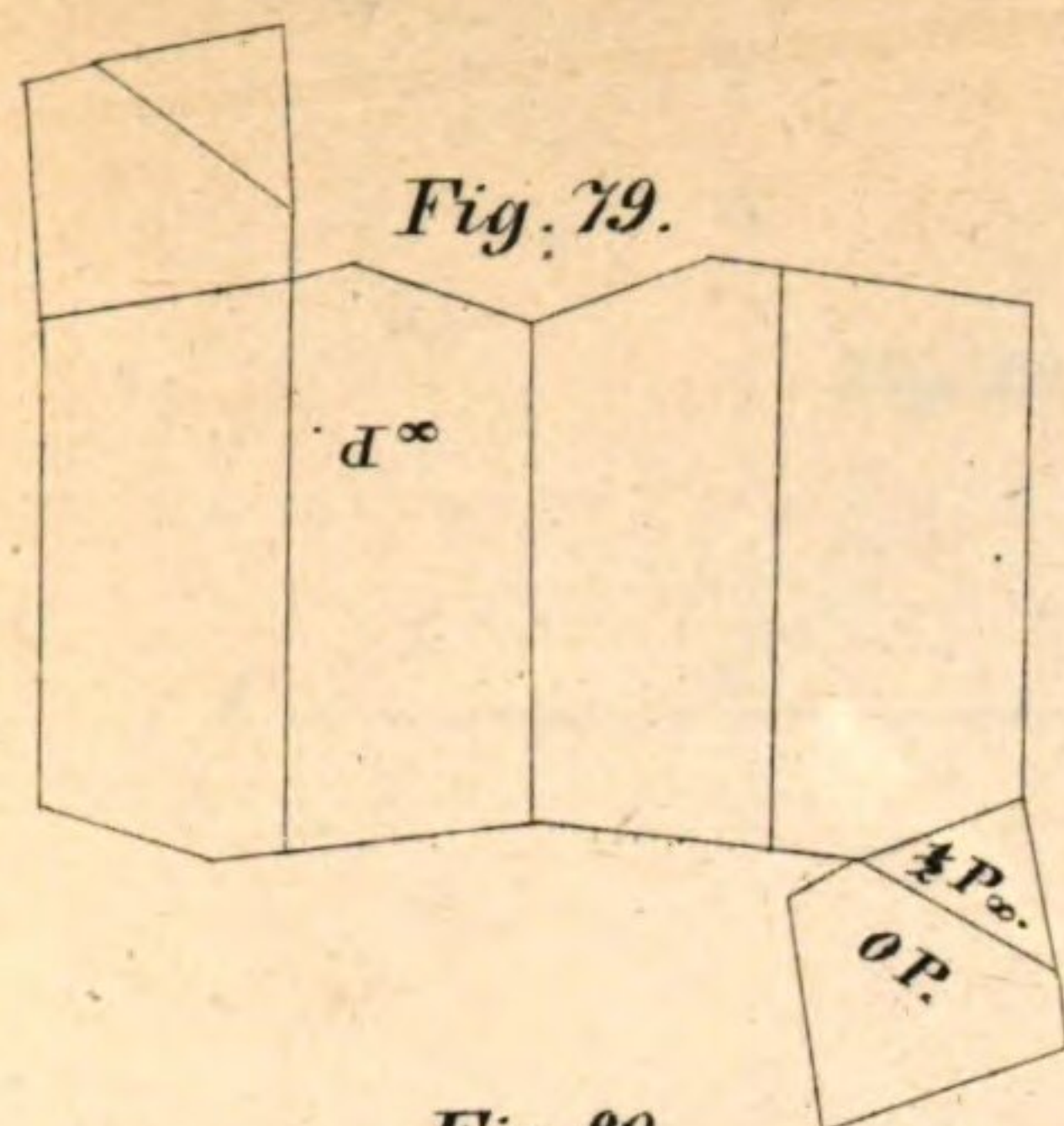


Fig. 82.



Fig. 83.

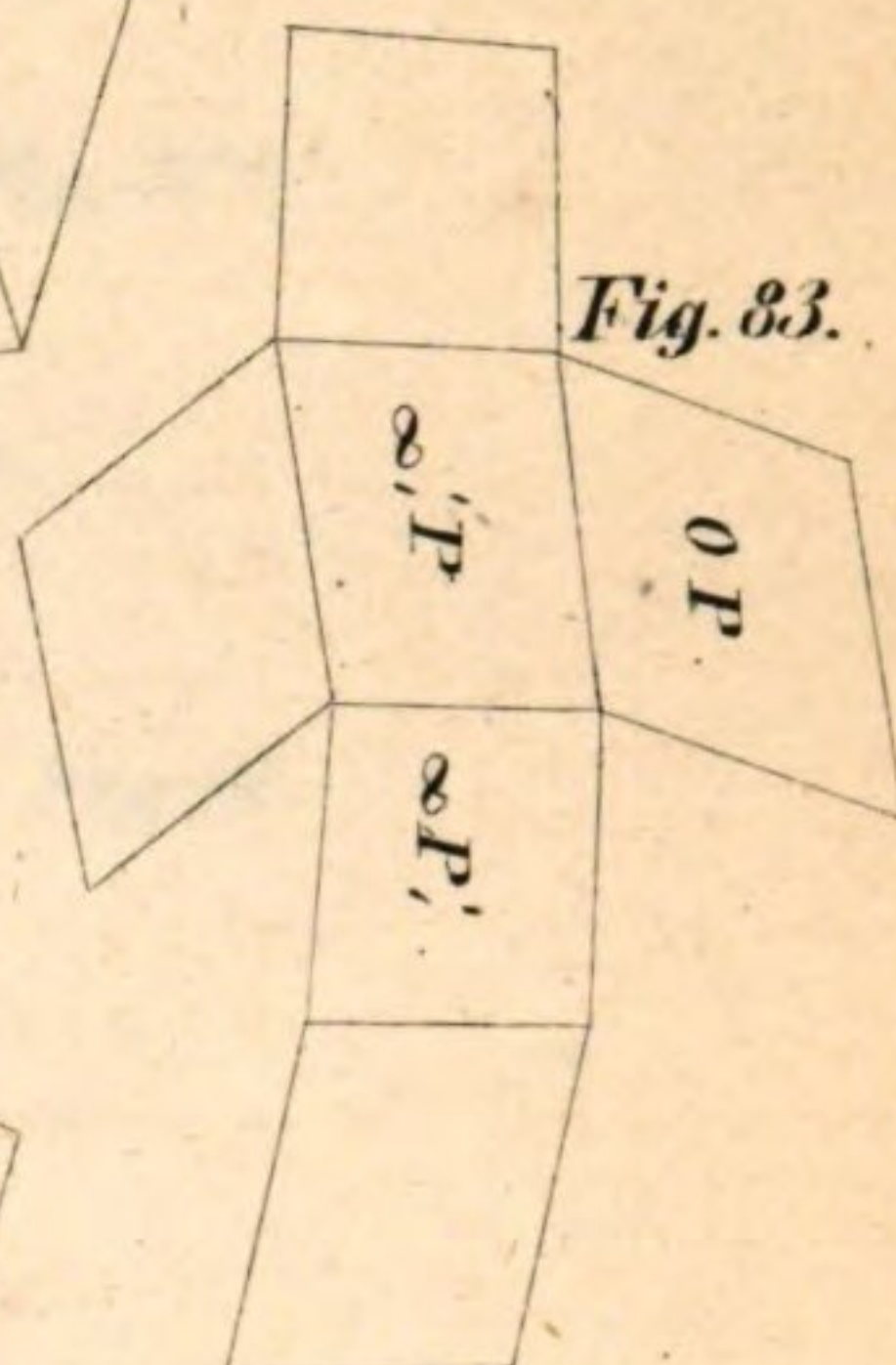


Fig. 84.

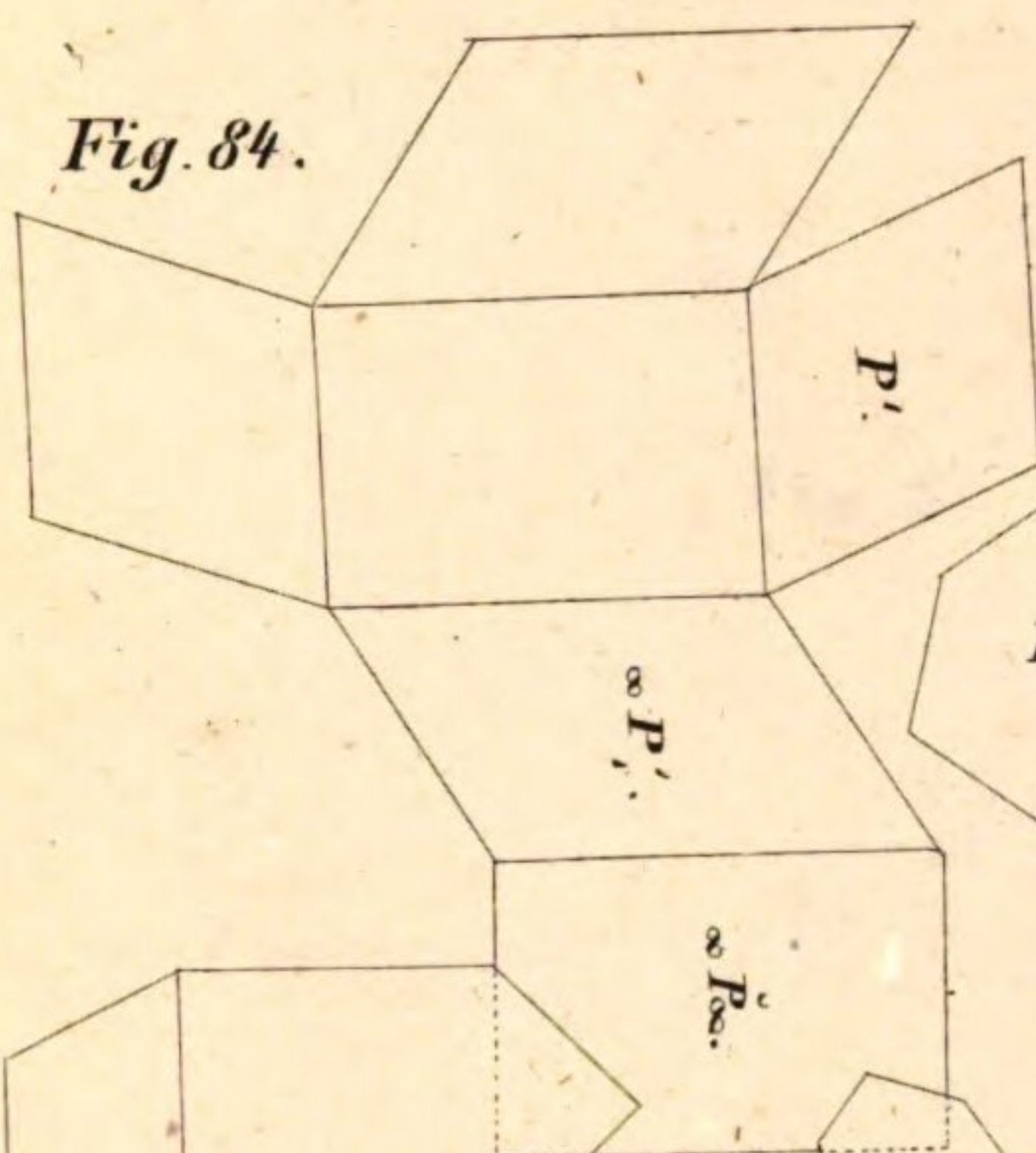


Fig. 85.

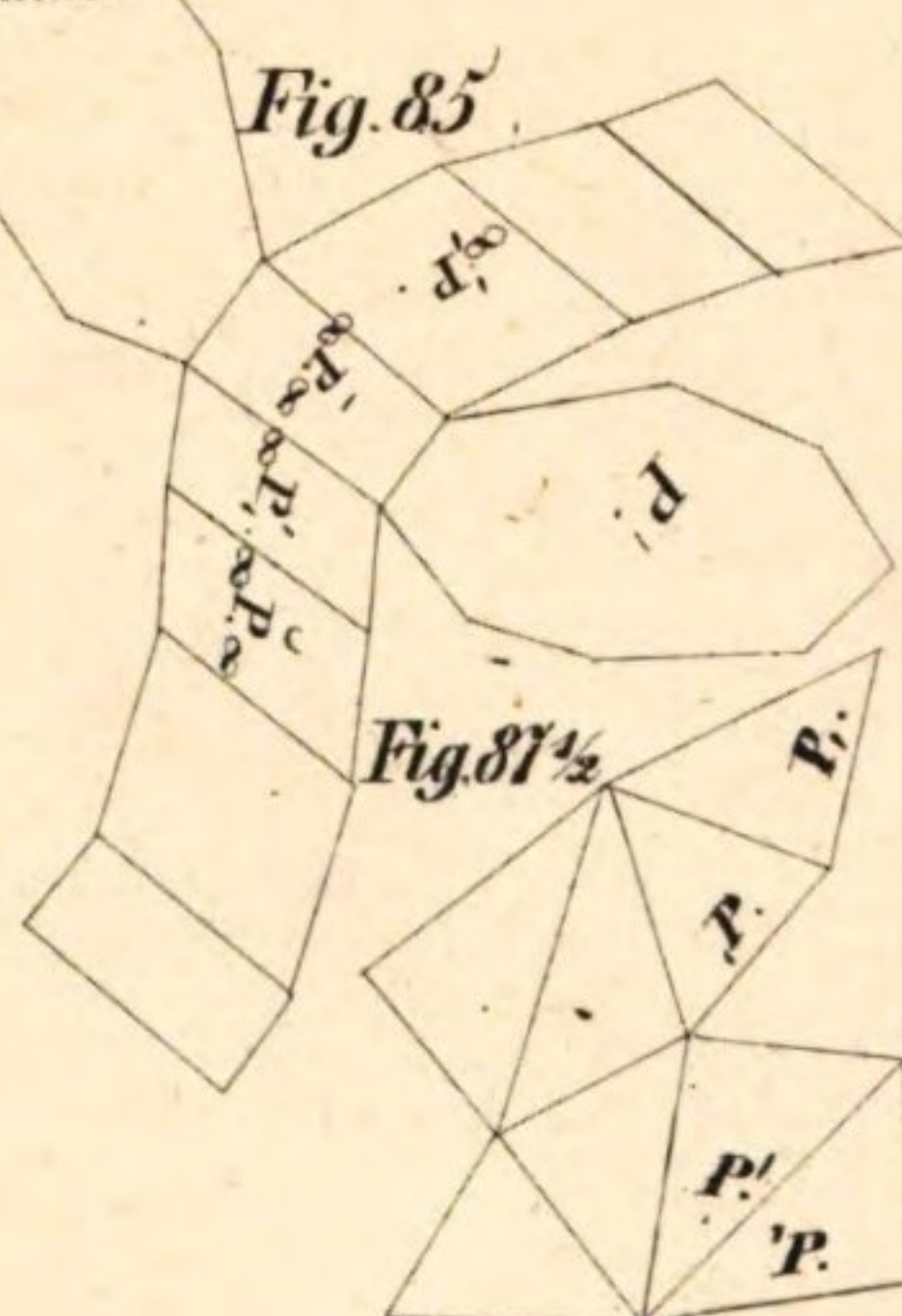


Fig. 87 1/2.



Fig. 86.

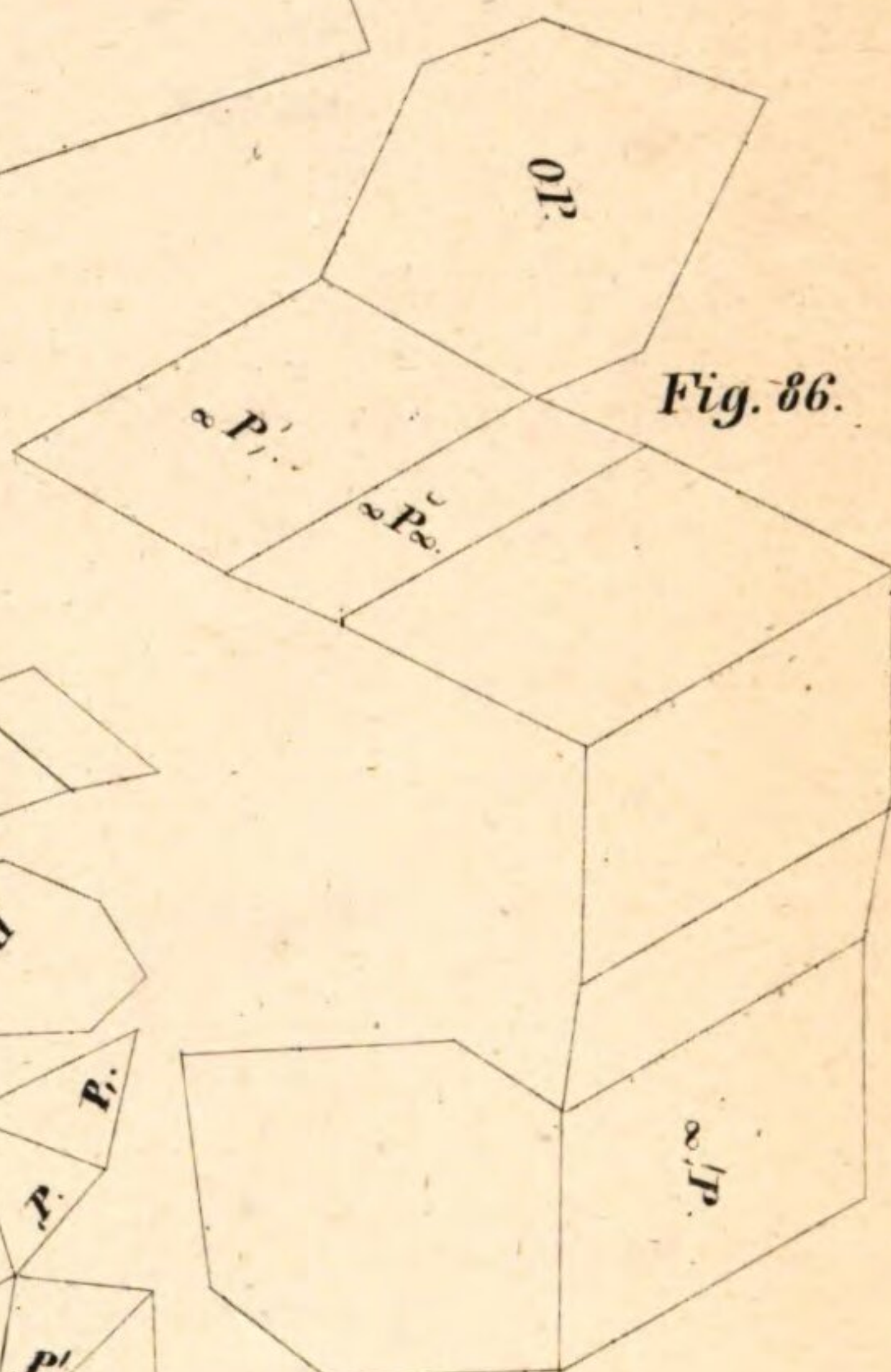
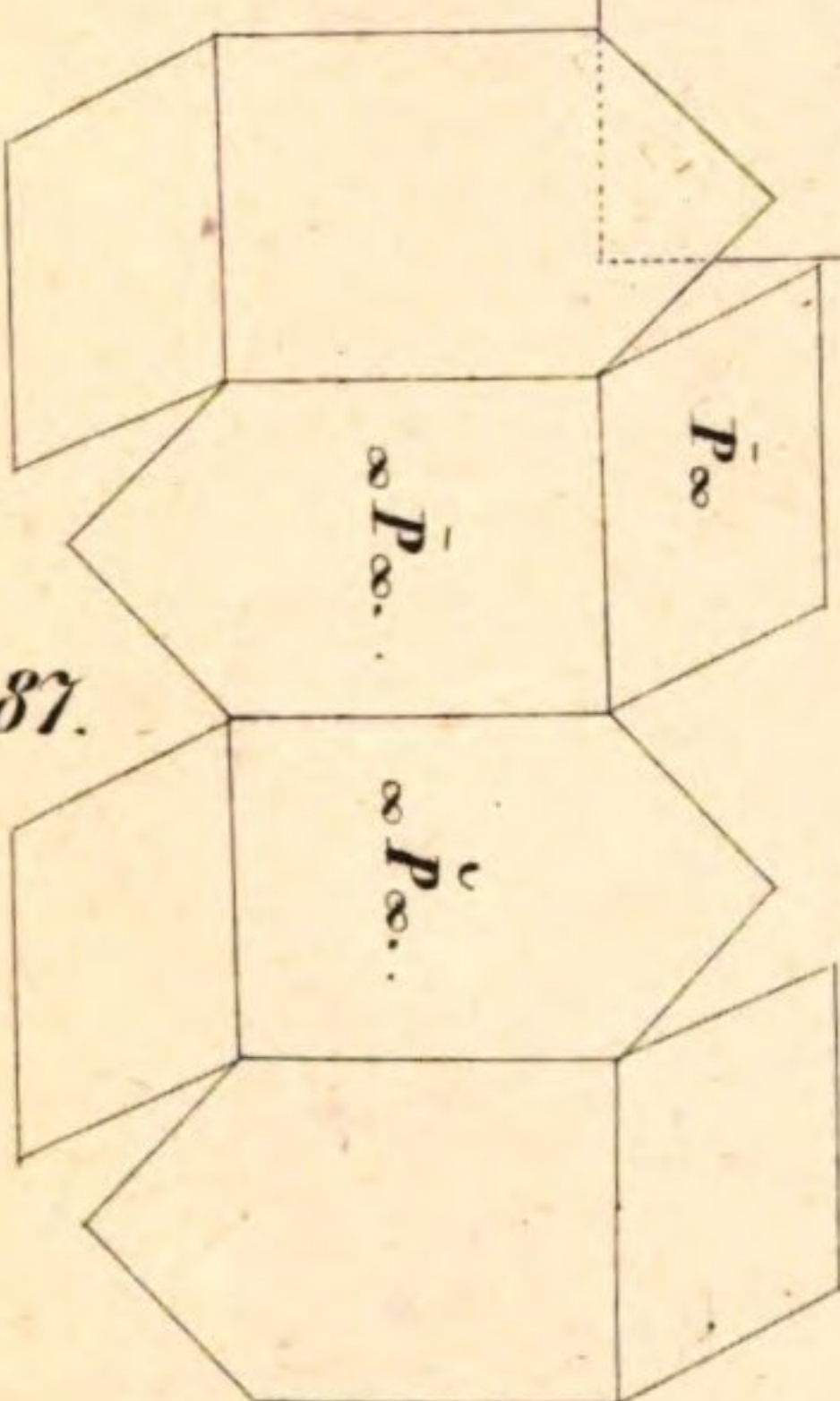
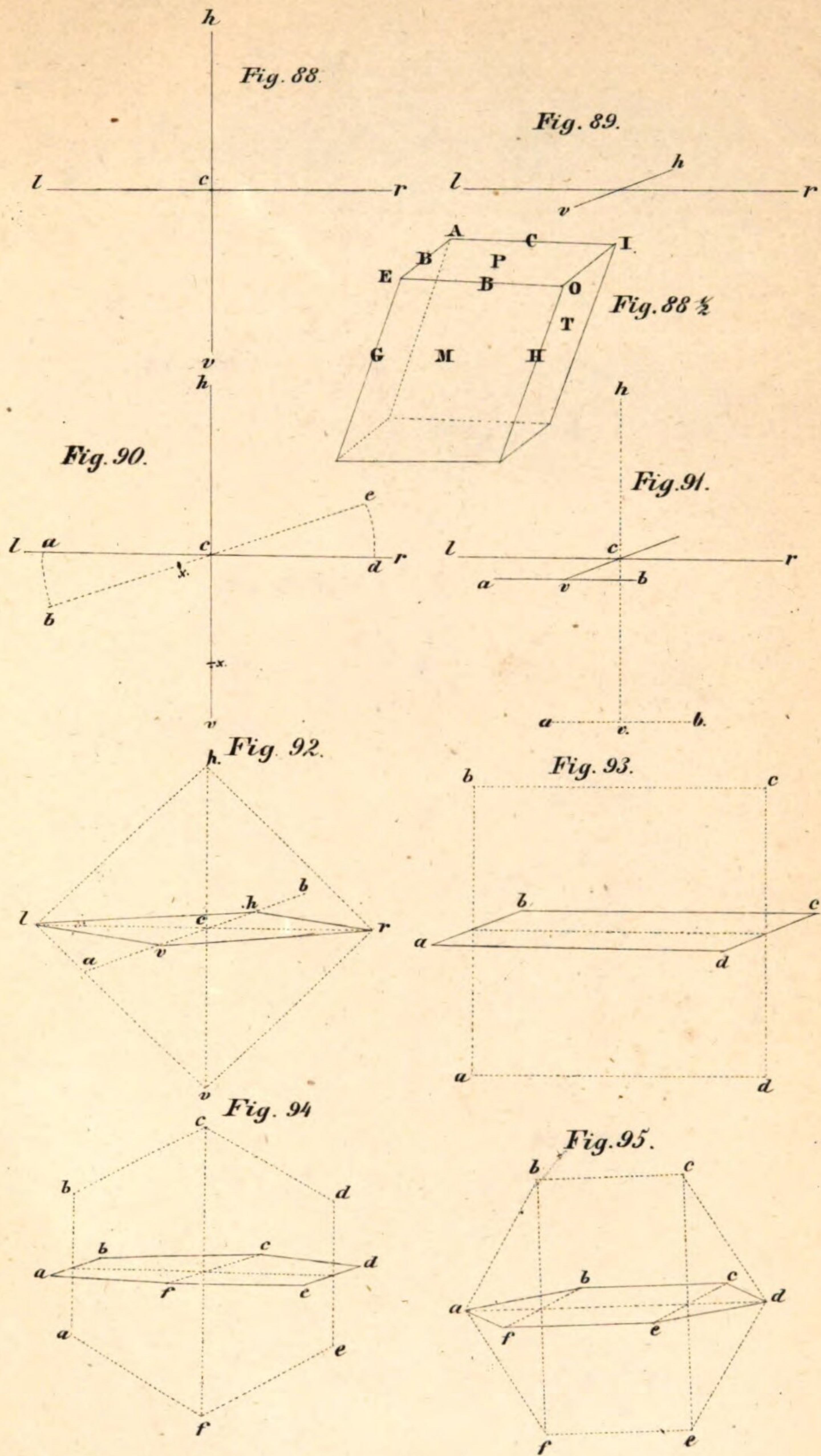
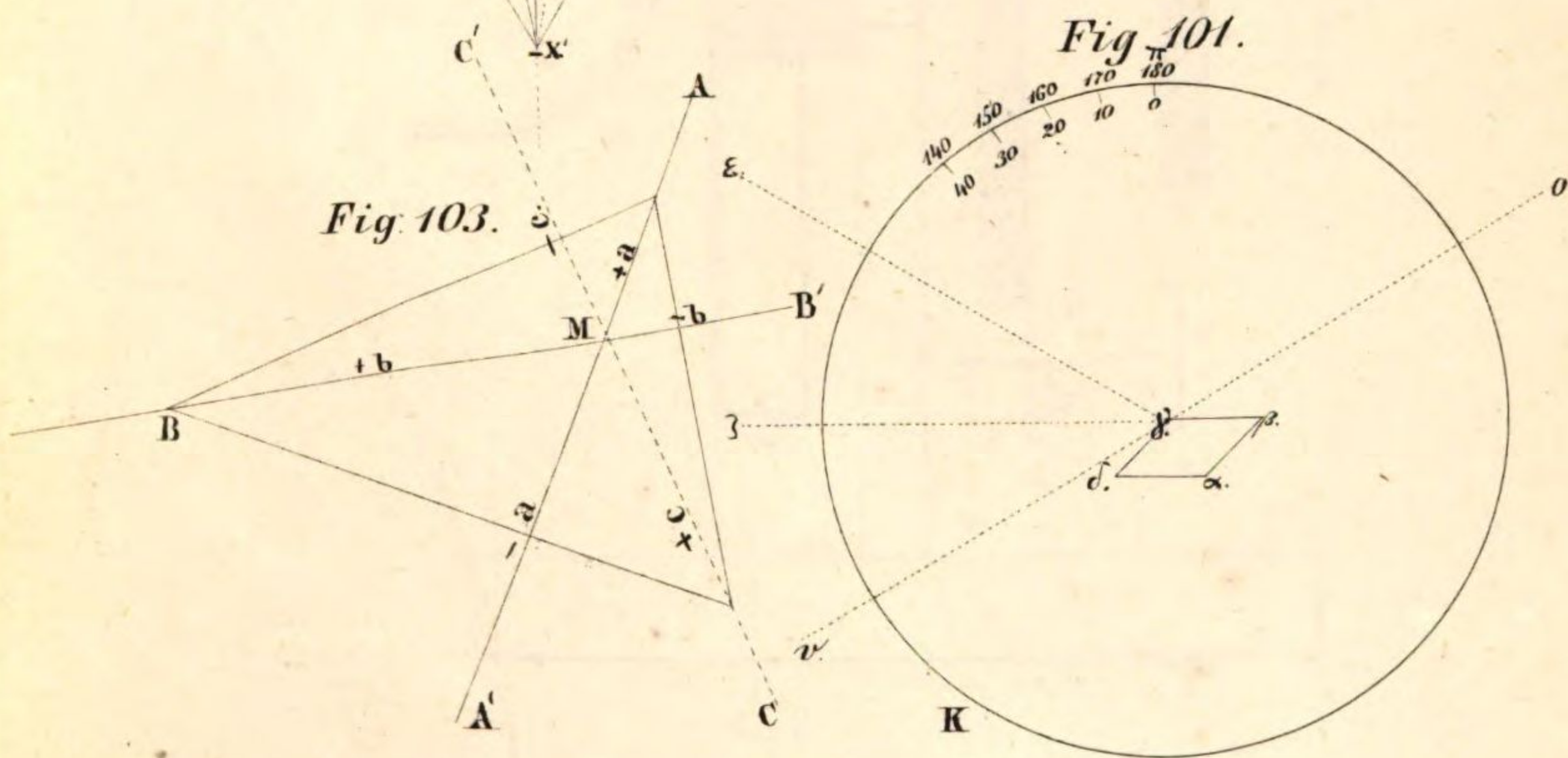
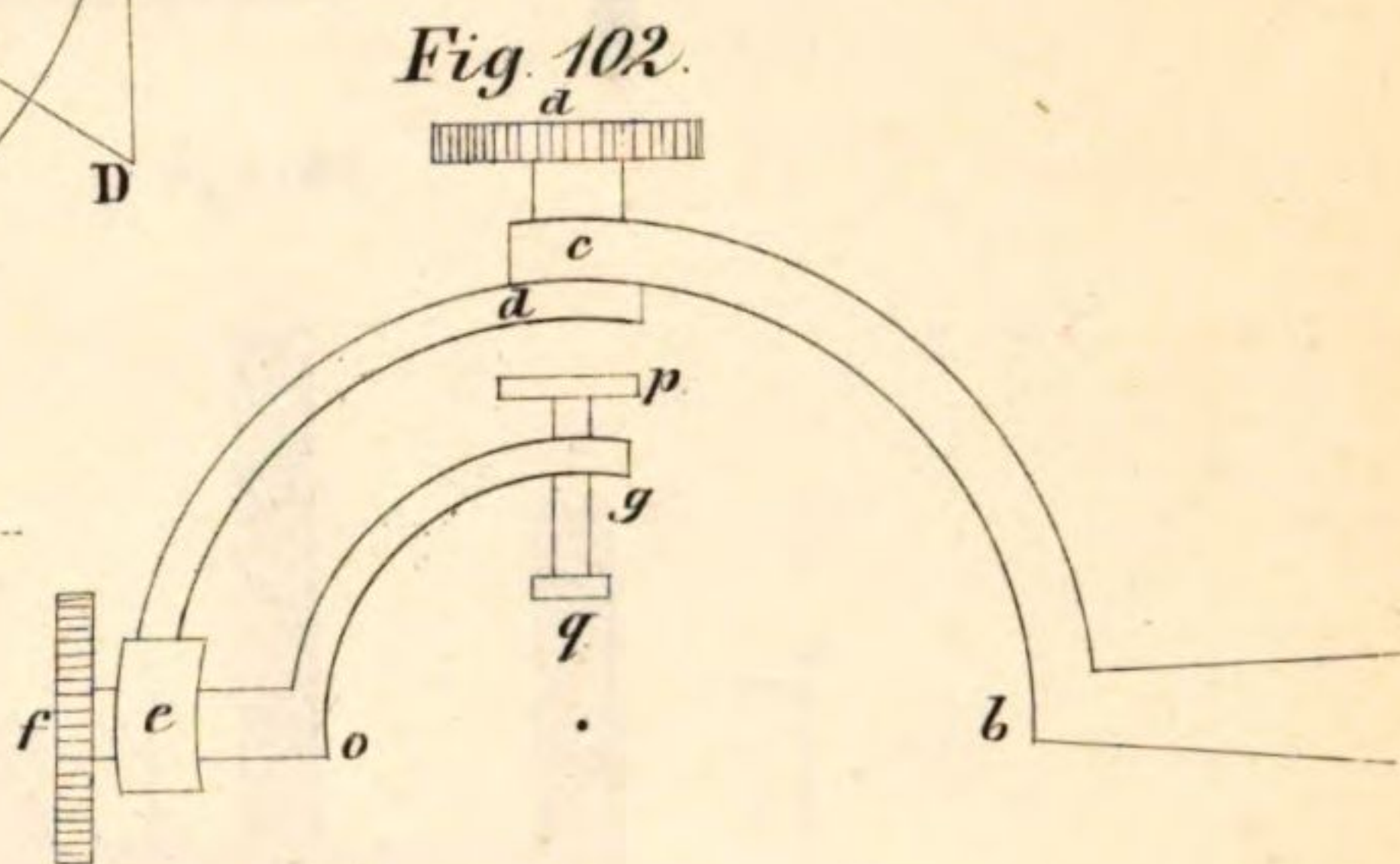
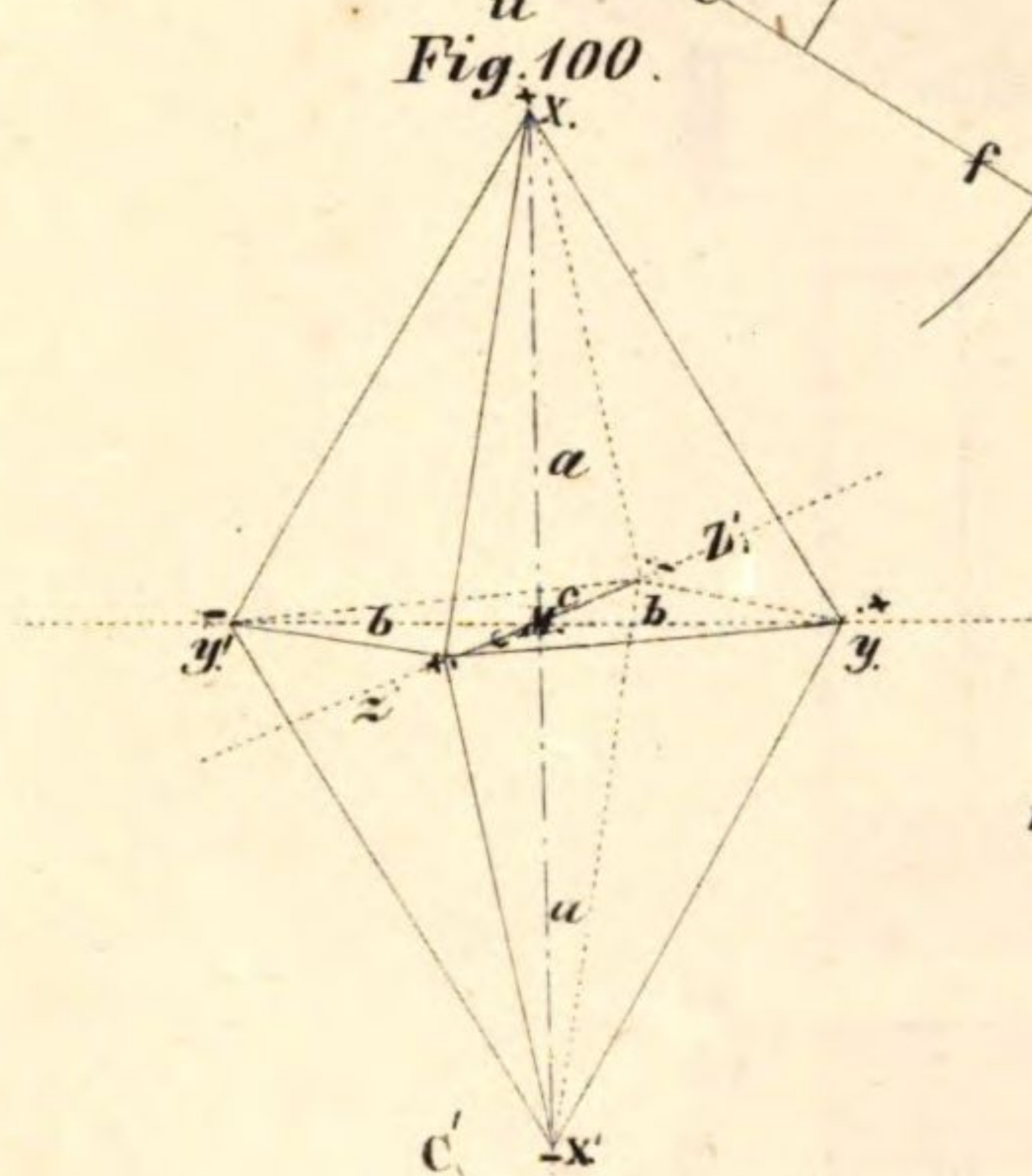
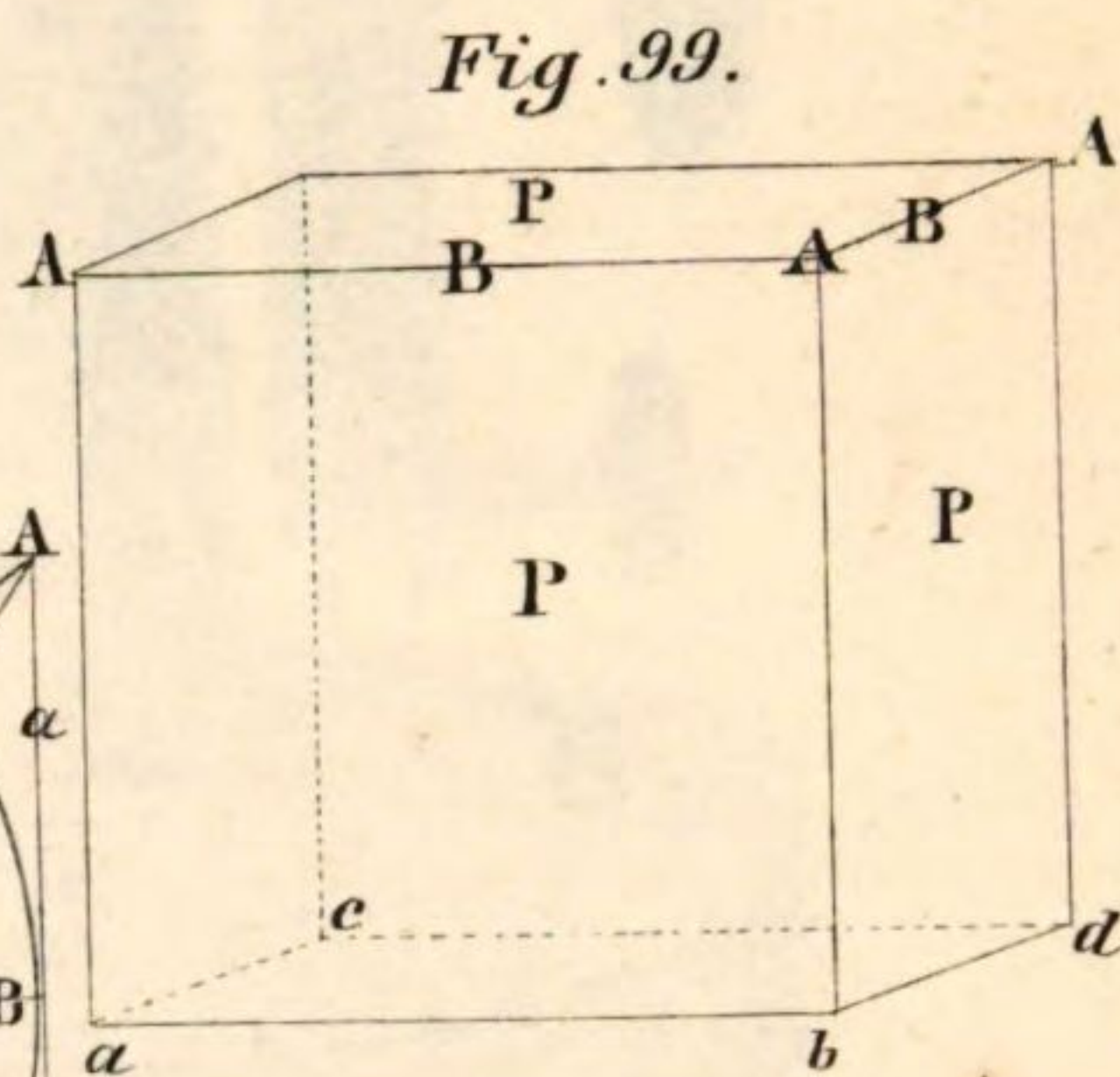
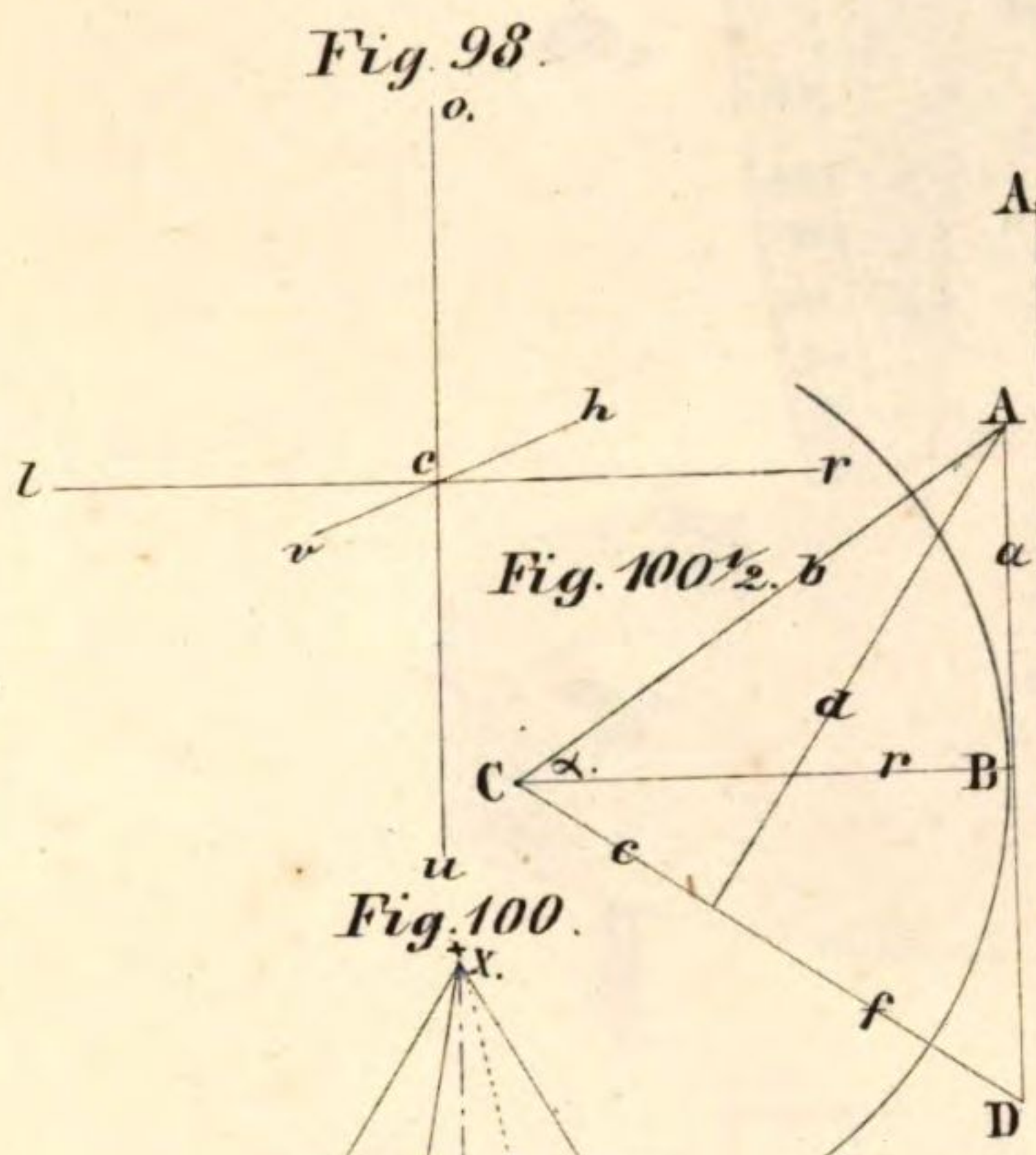
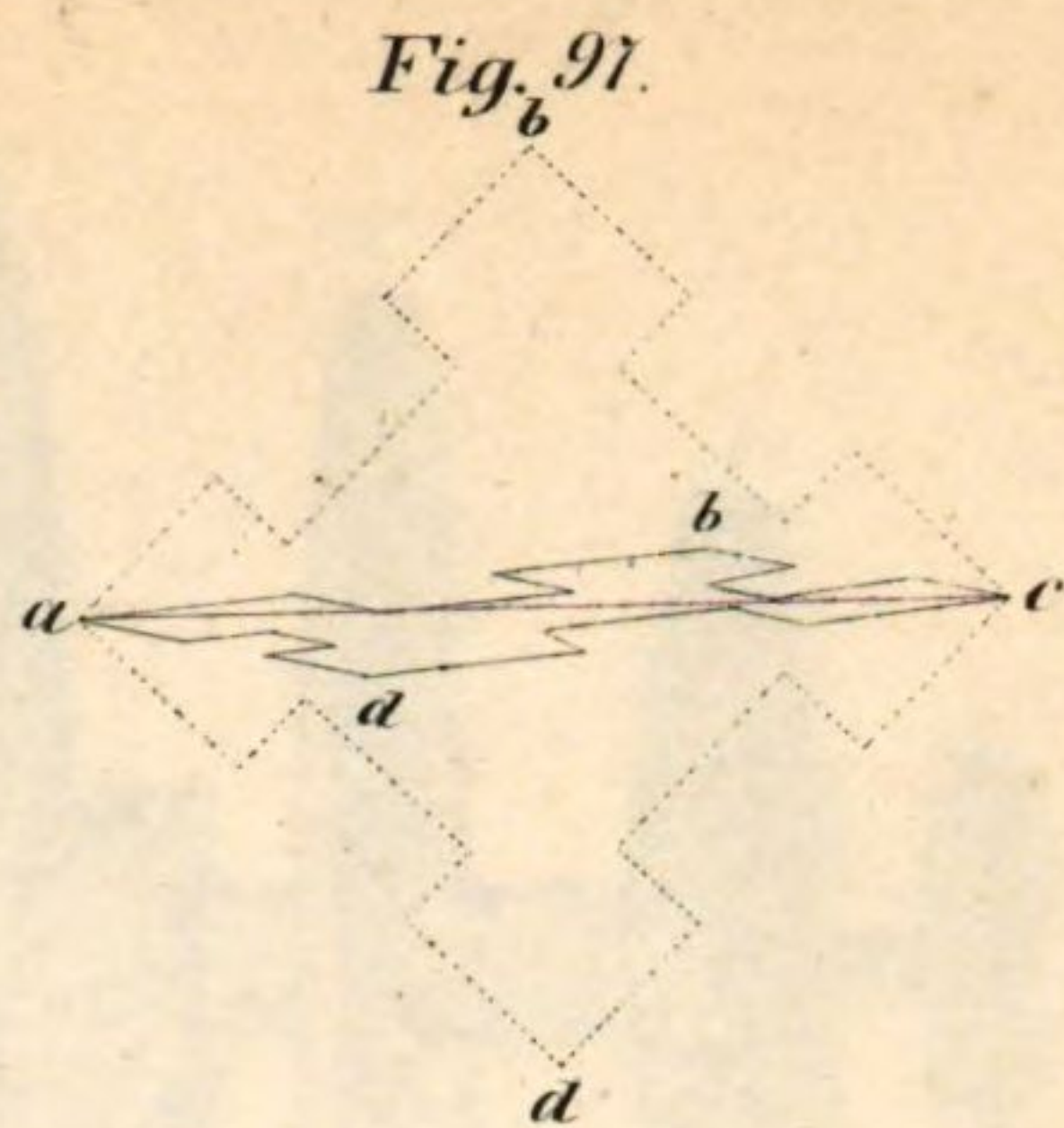
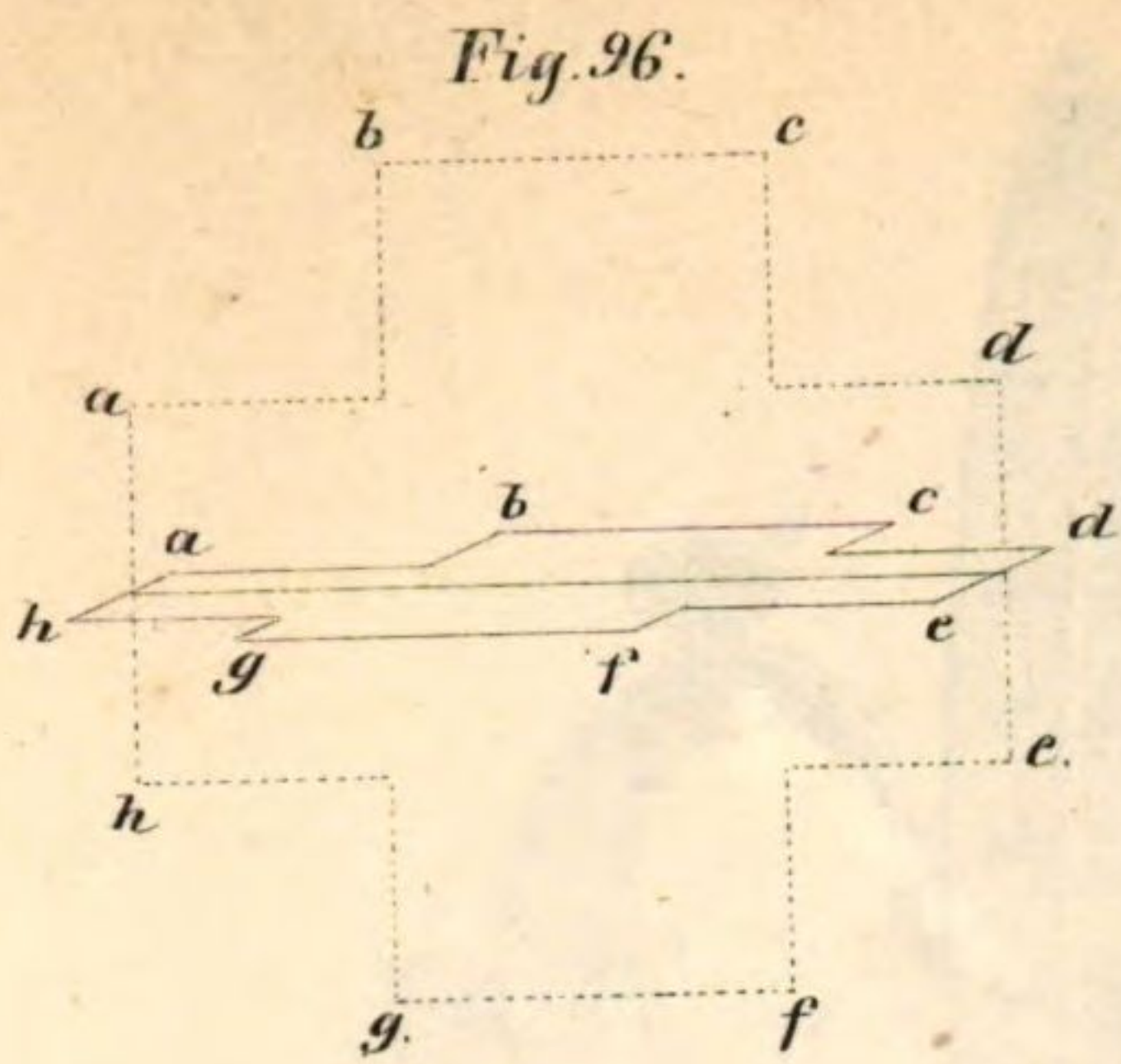


Fig. 87.







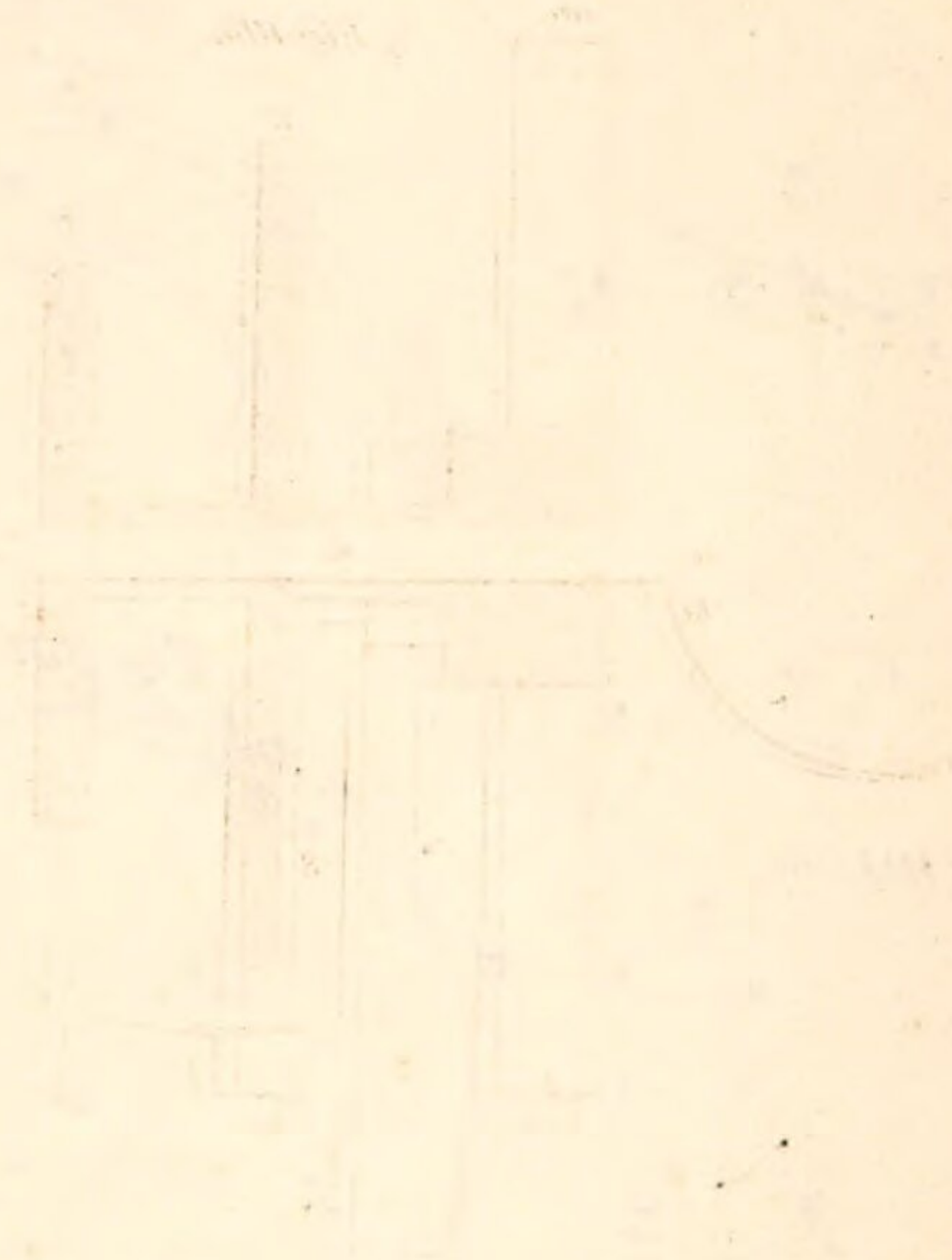


Fig.104.

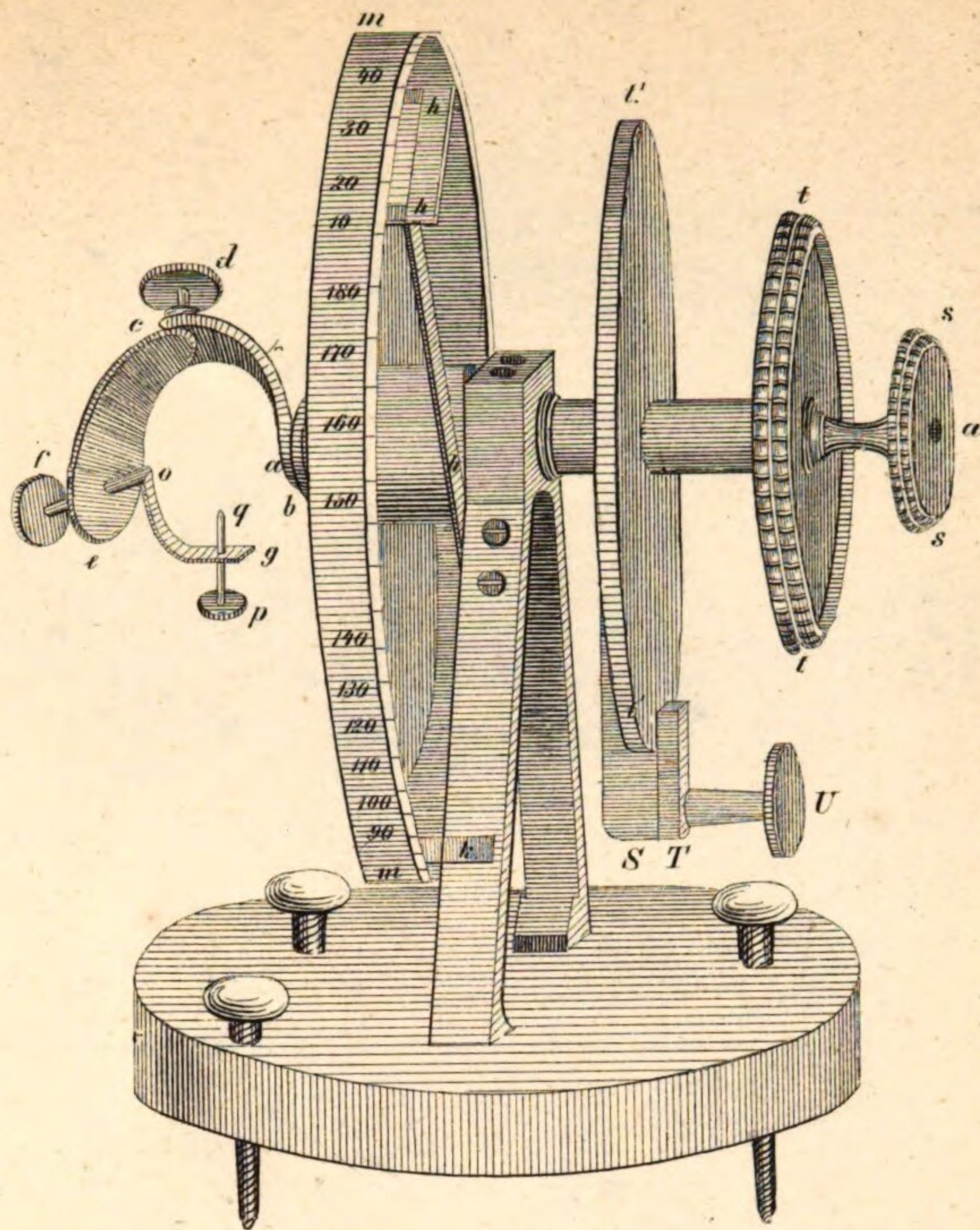


Fig.105.

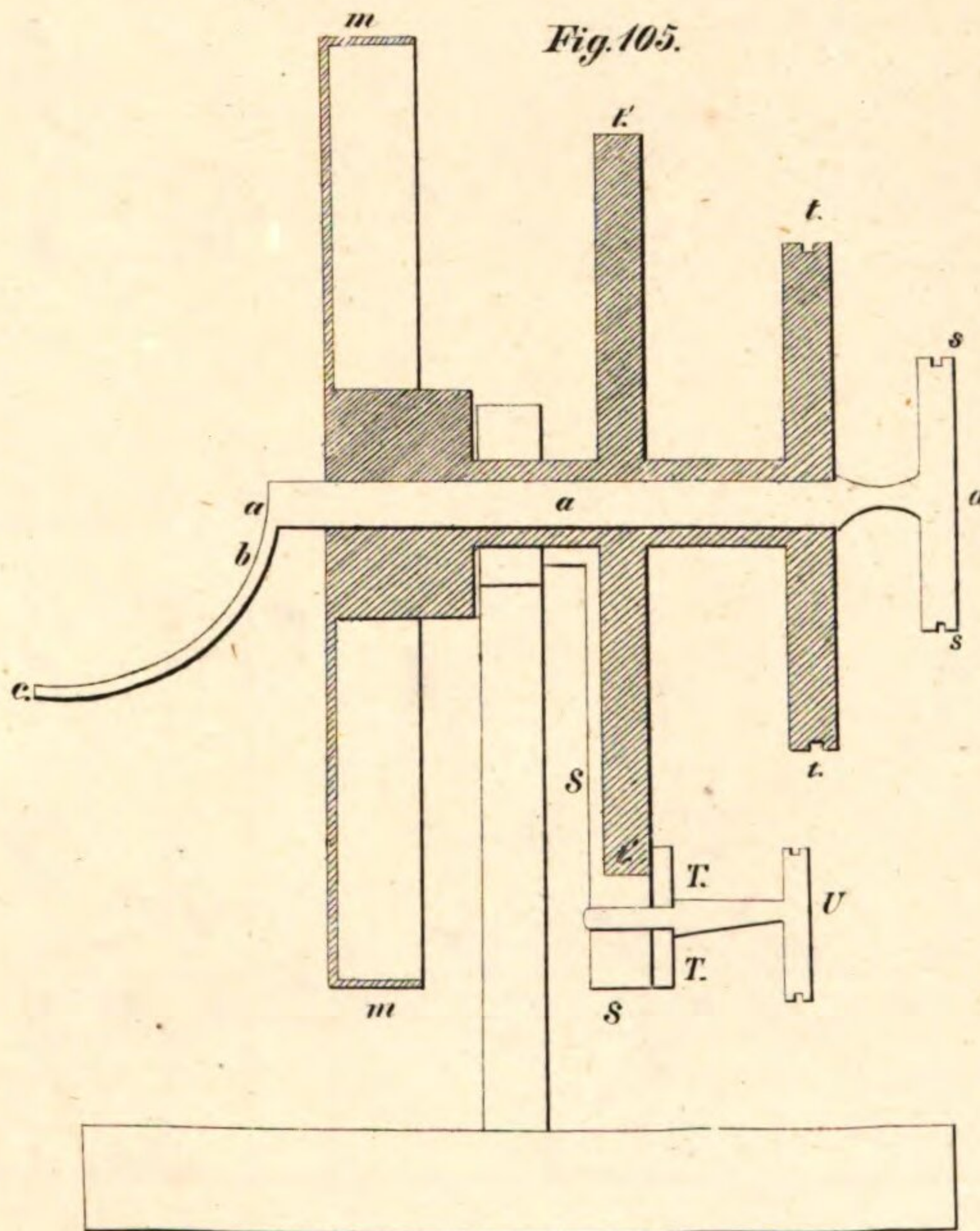


Fig. 107.

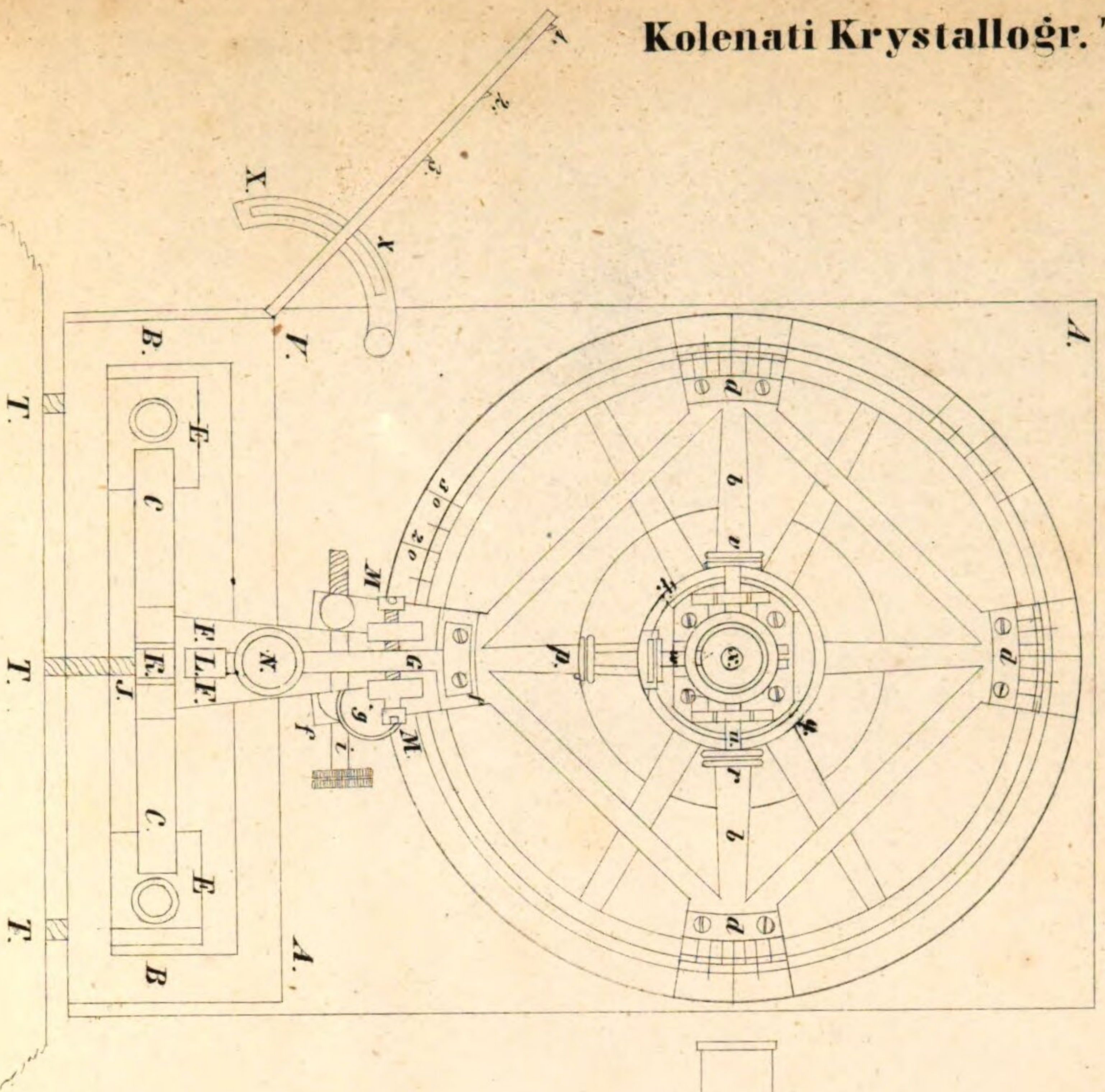


Fig. 108.

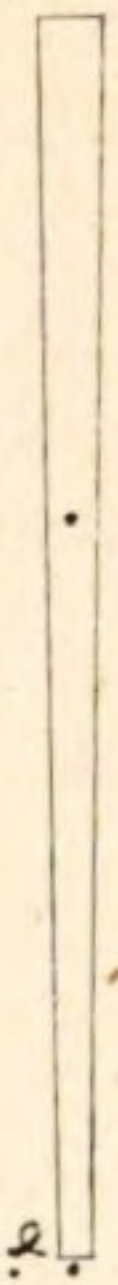
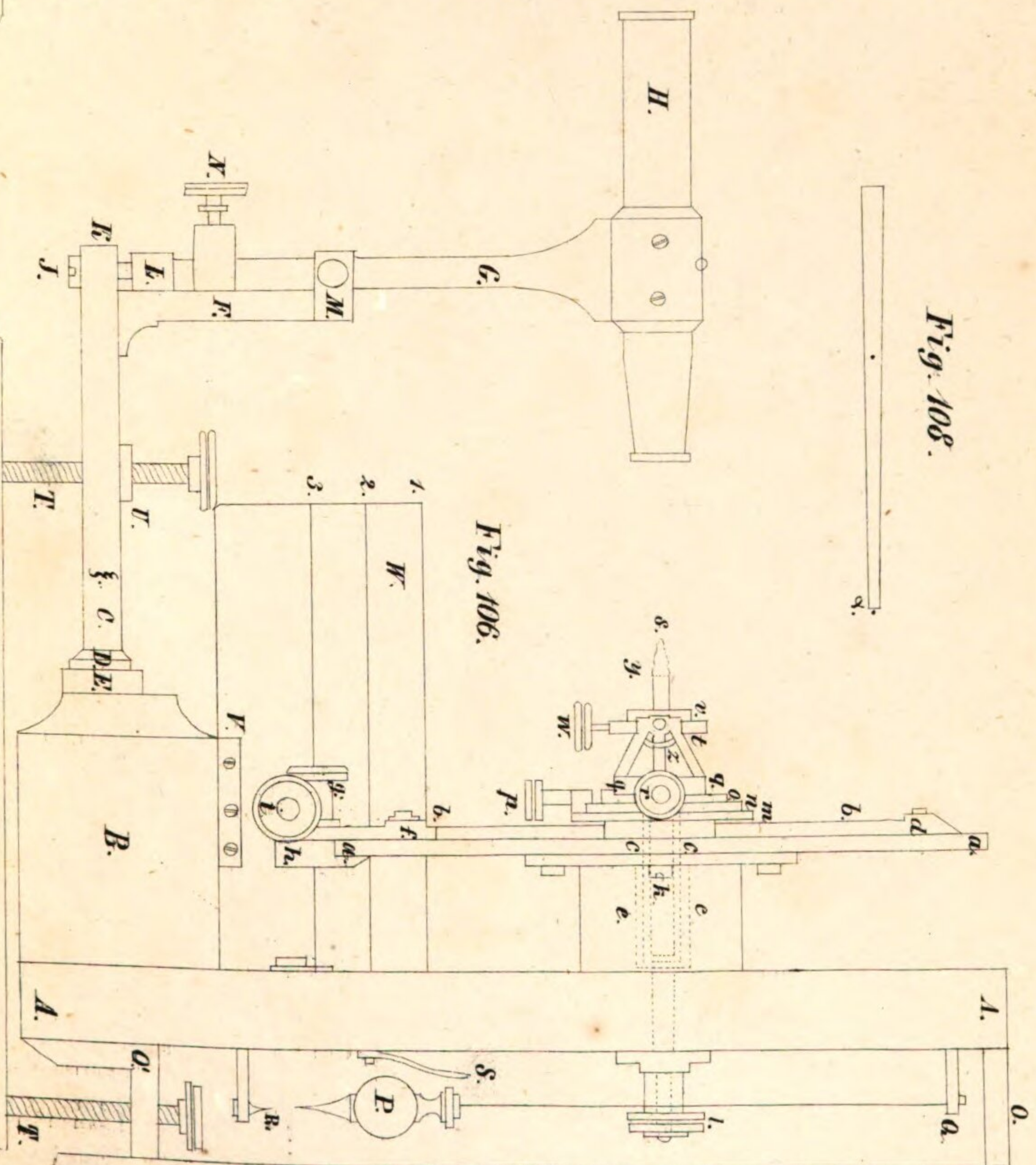
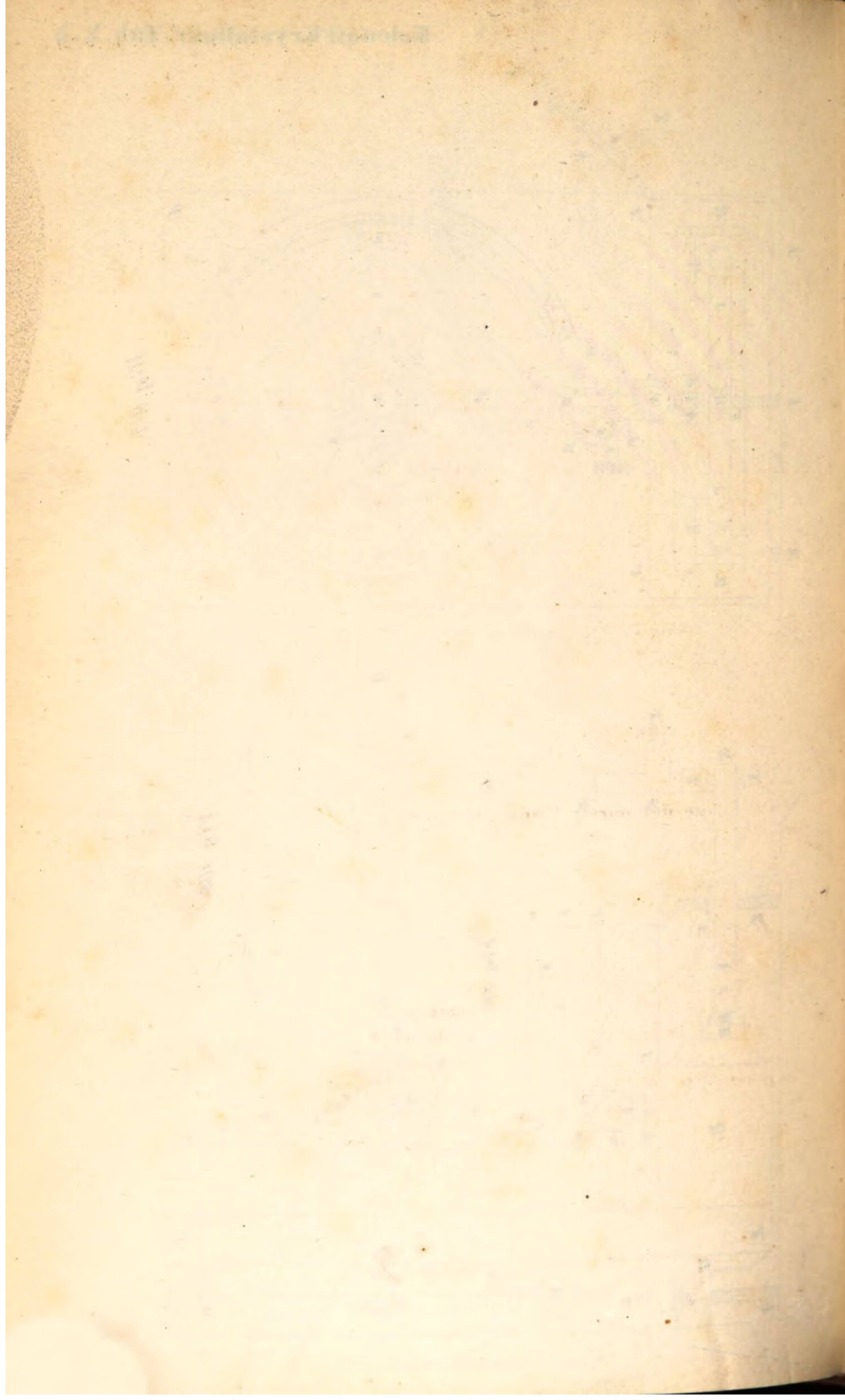


Fig. 106.





Kolenati, Frdr. A.

Elemente der krystallographie Mit 11 Tafeln

Brünn 1855

Lith. 254 q

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10283978-6